HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

5029
Exchange

April 5, 1893.

5029

ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

APR 8 1893

ANNO LXVIII

1891-92.

SERIE QUARTA

VOLUME IV.

CATANIA
COI TIPI C. GALÀTOLA
1892.

ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXVIII

1891-92

SERIE QUARTA

VOLUME IV.

CATANIA
COI TIPI C. GALÀTOLA
1892.

CARICHE ACCADEMICHE

PER L'ANNO 1891 - 92

UFFICIO DI PRESIDENZA

ZURRIA Comm. Prof. GIUSEPPE — *Presidente*

TOMASELLI Comm. Prof. SALVATORE — *Vice Presidente*

BARTOLI Cav. Prof. ADOLFO — *Segretario Generale*

ARADAS Prof. SALVATORE — *Segretario della Sezione di Scienze naturali*

FICHERA Cav. Prof. FILADELFO — *Segretario della Sezione di Scienze fisico-matematiche*

CONSIGLIO D'AMMINISTRAZIONE

SCIUTO-PATTI Cav. Prof. CARMELO

BERRETTA Cav. Uff. Prof. PAOLO

ARDINI Prof. D.r GIUSEPPE

ORSINI FARAONE Prof. D.r ANGELO

CAFICI Rev. P. GIOVANNI — *Cassiere.*

SOCII EFFETTIVI

1. **TORNABENE** cav. prof. Francesco
2. **ZURRIA** comm. prof. Giuseppe
3. **CAFICI** rev. p. Giovanni
4. **BERRETTA** cav. uff. prof. Paolo
5. **SCIUTO-PATTI** cav. prof. Carmelo
6. **ARDINI** prof. Giuseppe
7. **TOMASELLI** comm. prof. Salvatore
8. **CLEMENTI** cav. uff. prof. Gesualdo
9. **ORSINI FARAONE** prof. Angelo
10. **RONSISVALLE** cav. prof. Mario
11. **BASILE** prof. Gioachino
12. **CAPPARELLI** prof. Andrea
13. **MOLLAME** prof. Vincenzo
14. **ARADAS** prof. Salvatore
15. **SANGIULIANO** Marchese Antonino
16. **GRASSI** prof. Giambattista
17. **AMATO** prof. Domenico
18. **BARTOLI** cav. prof. Adolfo
19. **UGHETTI** prof. Giambattista
20. **FERRARI** cav. prof. Primo
21. **FICHERA** cav. prof. Filadelfo
22. **CHIZZONI** prof. Francesco
23. **FELETTI** prof. Raimondo
24. **PENNACCHIETTI** prof. Giovanni
25. **PETRONE** cav. prof. Angelo
26. **RICCÒ** cav. prof. Annibale
27. **STRACCIATI** prof. Enrico
28. **CHIARLEONI** prof. Giuseppe
29. **CURCI** prof. Antonio
30. **BUCCA** prof. Lorenzo

Sulle curve funicolari

NOTA II^a (*)

del prof. G. PENNACCHIETTI.

§ VII.

Vediamo in qual caso, nell' ipotesi che P_1, P_2 sieno funzioni delle sole variabili q_1, q_2, il sistema (§ IV, 2, 5) ammette un integrale della forma :

$$Ap_1 + Bp_2 + C = h\,, \tag{1}$$

essendo h una costante arbitraria, e A, B, C funzioni di q_1, q_2.

Affinchè l' equazione (1) sia integrale del sistema (§ IV, 2, 5), è necessario e sufficiente che si abbia identicamente per valori arbitrari di q_1, q_2, p_1, p_2, s:

$$\left(\frac{\partial A}{\partial q_1}p_1 + \frac{\partial B}{\partial q_1}p_2 + \frac{\partial C}{\partial q_1}\right)p_1 + \left(\frac{\partial A}{\partial q_2}p_1 + \frac{\partial B}{\partial q_2}p_2 + \frac{\partial C}{\partial q_2}\right)p_2$$
$$+ \frac{A}{EG-F^2}\Big[(-GP_1 + FP_2)\,T + \pi_1\Big] + \frac{B}{EG-F^2}\Big[(FP_1 - EP_2)\,T + \pi_2\Big] = 0. \tag{2}$$

Se in quest' equazione invece di T, π_1, π_2 si sostituiscono le espressioni (§ IV, 1, 3, 4), le quantità p_1, p_2 compariranno in essa soltanto esplicitamente. Essendo $EG - F^2$ differente da zero, l' espressione (§ IV, 1), di T è irrazionale rispetto a p_1, p_2; perciò è facile vedere che la somma dei termini, che formano il coefficiente di T nell' equazione precedente, dev' essere identicamente nulla. Quindi essa equazione si scinde in quelle stesse equazioni che devono essere soddisfatte, affinchè l' equazione :

$$A\frac{dq_1}{dt} + B\frac{dq_2}{dt} + C = h$$

(*) Questa Nota è continuazione della Nota I^a pubblicata sullo stesso argomento nel Vol. III, Serie IV, degli *Atti dell'Accademia Gioenia*.

sia integrale delle equazioni del moto d' un punto sopra la superficie:

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q'_k} - \frac{\partial T}{\partial q_k} = P_k\,, \qquad \frac{dq_k}{dt} = q'_k\,, \qquad (k = 1, 2)$$

nelle quali T è la nota espressione della forza viva. È facile vedere che C è costante, sicchè trasportato al secondo membro nella equazione (1), questo termine si può intendere incluso nella costante arbitraria h. Si può pure osservare che l' integrale (1) può essere trasformato in modo da contenere, oltre q_1, q_2, una sola delle due variabili p_1, p_2. Infatti sia $\frac{1}{\rho}$ un fattore integrante dell' espressione $Adq_1 + Bdq_2$ e sia $\frac{1}{\rho}(Adq_1 + Bdq_2) = dm$. Si prendano le linee $m = cost.$ come uno dei sistemi delle linee coordinate, oltre un altro sistema qualunque. Chiamando q_1, q_2 le nuove linee coordinate, l' integrale prenderà la forma:

$$Bp_2 = h\,. \tag{3}$$

Ciò premesso, risulta immediatamente dalla memoria citata del Cerruti quanto segue. Affinchè le equazioni d' equilibrio d' un filo flessibile e inestensibile sopra una superficie ammettano un integrale della forma (1), la superficie dev' essere di rivoluzione od applicabile sopra una superficie di rivoluzione. Si prenda sopra la superficie un sistema di coordinate curvilinee formato da una serie di geodetiche e da quella delle loro traiettorie ortogonali, in modo che il quadrato dell' elemento lineare assuma la forma:

$$ds^2 = dq_1^2 + Gdq_2^2\,, \tag{4}$$

dove G sia funzione della sola q_1.

I casi in cui l' equazione (1) è integrale d' un problema, si riducono ai due seguenti:

1.° $\quad A = 0\,, \qquad B = G\,,$

2.° $\quad A = \alpha \cos h\,(q_1 \sqrt{\gamma} + \alpha_1)\,,$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_1}} \cos h\,(q_1 \sqrt{\gamma_1} + \gamma_1)$$

$$B = \lambda G - \frac{\alpha}{2\sqrt{\gamma}} \operatorname{sen} h\,(q_1 \sqrt{\gamma_1} + \alpha)\frac{\partial G}{\partial q_1}\,.$$

La condizione per le forze è nei due casi rispettivamente:

$$P_2 = 0,$$

$$AP_1G + BP_2 = 0. \tag{5}$$

Nel secondo caso la superficie di rivoluzione od applicabile sopra una superficie di rivoluzione è a curvatura costante, e l' integrale può essere ridotto ad avere la forma:

$$Gp_2 = h, \tag{6}$$

che ha nel primo caso.

Se si vuole ricorrere alla forma canonica (§ III, 2), si osservi che l' equazione (1) equivale alla seguente:

$$A_1 r_1 + B_1 r_2 + C = h, \tag{7}$$

dove:

$$A_1 = \frac{AG - BF}{EG - F^2}, \qquad B_1 = \frac{-AF + BE}{EG - F^2}.$$

È facile vedere che, prendendo un conveniente sistema di coordinate curvilinee ortogonali, l' equazione (7) si può sempre ridurre alla forma:

$$B_1 r_2 + C = h. \tag{8}$$

Indicando con K, H i primi membri delle (§ III, 3), (8), la condizione necessaria e sufficiente, affinchè la (8) sia integrale d' un problema, è che sia identicamente:

$$(K, H) = 0.$$

Sviluppando quest' equazione, si trova che essa si scinde nelle stesse equazioni (1) del § IX della mia nota (*) " Sulle curve brachistocrone " e dalle quali si deduce facilissimamente che il qua-

(*) Atti dell' Accademia Gioenia di Catania, Vol. III, Serie IV, 1891.

drato dell' elemento lineare è riducibile alla forma (4), ove G sia funzione della sola q_1, e che quindi l' integrale (8) deve ridursi alla forma:

$$r_2 = h.$$

Quest' ultima equazione, ritornando alle variabili p_1, p_2, diviene identica alla (6).

§ VIII.

Supponiamo che sia data una superficie di rivoluzione od applicabile sopra una superficie di rivoluzione, e che il problema dell' equilibrio d' un filo obbligato a rimanere sopra questa superficie, ammetta l' integrale:

$$Gp_2 = h,$$

sicchè:

$$P_2 = 0. \tag{1}$$

Possiamo determinare P_1, in modo che una curva, data comunque sopra la superficie stessa, sia configurazione d' equilibrio del filo.

Infatti supponendo che il quadrato dell' elemento lineare della superficie data abbia la forma (§ VII, 4), dalle equazioni dell' equilibrio si ha:

$$P_1 = -h \frac{d}{dq_1} \frac{\sqrt{1 + G\left(\frac{dq_2}{dq_1}\right)^2}}{G\frac{dq_2}{dq_1}}. \tag{2}$$

Inversamente se è data P_1 in termini di q_1, q_2, integrando l'equazione (2), differenziale ordinaria di 2° ordine, si avrà l' equazione della curva funicolare in termini finiti.

Se esiste una funzione potenziale U, sarà U, a causa di (1),

funzione della sola q_1. Inoltre, com' è noto, il problema dell' equilibrio ammette in questo caso, l' integrale:

$$T + U = k,$$

essendo k una costante arbitraria. Perciò si ha:

$$\frac{h\sqrt{1 + G\left(\frac{dq_2}{dq_1}\right)^2}}{G\frac{dq_2}{dq_1}} + U = k. \tag{3}$$

Data la curva funicolare, la (3) farà conoscere U, da cui si dedurrà P_1 per mezzo dell' equazione:

$$P_1 = \frac{\partial U}{\partial q_1}.$$

Inversamente, se è data U, l' equazione differenziale ordinaria di 1° ordine (3), integrata, darà l' equazione della curva in termini finiti. Se è data P_1, si avrà:

$$U = \int P_1\, dq_1;$$

quindi la (3), come precedentemente, ci fornirà l' equazione della curva funicolare in termini finiti. (*)

§ IX.

Sia: (**)

$$f(x, y, z, u, v, w, s) = h \tag{1}$$

un integrale comune a due problemi $X, Y, Z; X_1, Y_1, Z_1$ dell' equi-

(*) Cfr. Cerruti, memoria citata.

(**) Cfr. Korkine, *sur les integrales des équationes d'un point matériel*, Mathem. Annalen, Leipzig. 1870; e inoltre la mia tesi sugli integrali comuni a più problemi di Dinamica. Ann. della R. Sc. Normale Sup. di Pisa, Vol. IV, 1877.

librio d' un filo flessibile e inestensibile. Si dovrà avere identicamente:

$$\frac{\partial f}{\partial s} T + \frac{\partial f}{\partial x} u + \frac{\partial f}{dy} v + \frac{\partial f}{\partial z} w - \frac{\partial f}{\partial u} XT - \frac{\partial f}{\partial v} YT - \frac{\partial f}{dz} ZT = 0,$$

$$\frac{\partial f}{\partial s} T + \frac{\partial f}{\partial x} u + \frac{\partial f}{\partial y} v + \frac{\partial f}{\partial z} w - \frac{\partial f}{\partial u} X_1 T - \frac{\partial f}{\partial v} Y_1 T - \frac{\partial f}{\partial z} Z_1 T = 0,$$

dove:

$$T = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2}\,.$$

Ponendo:

$$k = \frac{Y - Y_1}{X - X_1}, \qquad k' = \frac{Z - Z_1}{X - X_1},$$

$$l = kX - Y, \qquad l' = k'X - Z, \tag{2}$$

al sistema delle due ultime equazioni si può sostituire il sistema delle due seguenti:

$$\left.\begin{aligned} A(f) &= \frac{\partial f}{\partial u} + \frac{\partial f}{\partial v} k + \frac{\partial f}{\partial w} k' = 0, \\ B(f) &= \frac{\partial f}{\partial s} + \frac{\partial f}{\partial x}\frac{u}{T} + \frac{\partial f}{dy}\frac{v}{T} + \frac{\partial f}{\partial z}\frac{w}{T} + \frac{\partial f}{\partial v} l + \frac{\partial f}{\partial w} l' = 0. \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

Affinchè il sistema (3) sia integrabile, è necessario che sia:

$$\frac{\partial f}{\partial x} A\left(\frac{u}{T}\right) + \frac{\partial f}{\partial y} A\left(\frac{v}{T}\right) + \frac{\partial f}{\partial z} A\left(\frac{w}{T}\right) + \frac{\partial f}{\partial v}\left\{A(l) - B(k)\right\}$$
$$+ \frac{\partial f}{\partial w}\left\{A(l') - B(k')\right\} = 0.$$

Affinchè il sistema (3) ammetta cinque soluzioni, è necessario e sufficiente che quest' ultima equazione sia identicamente soddisfatta, cioè che sia:

$$A\left(\frac{u}{T}\right) = 0, \quad A\left(\frac{v}{T}\right) = 0, \quad A\left(\frac{w}{T}\right) = 0, \tag{4}$$

$$A(l) - B(k) = 0, \tag{5}$$

$$A(l') - B(k') = 0, \tag{6}$$

Sviluppando le (4), si trova che una qualunque di esse è conseguenza delle altre due, e che, risolute rispetto a k, k', offrono:

$$k = \frac{v}{u}, \qquad k' = \frac{w}{u}. \tag{7}$$

Le (5), (6), sostituendovi le espressioni trovate di k, k', e integrate danno:

$$\left.\begin{aligned} l &= u\varphi\left(x, y, z, \frac{v}{u}, \frac{w}{u}, s\right), \\ l' &= u\psi\left(x, y, z, \frac{v}{u}, \frac{w}{u}, s\right). \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Le espressioni così trovate di k, k', l, l' rendono iacobiano il sistema (3), e si trova facilmente che le cinque soluzioni di esso sono le cinque soluzioni dell' unica equazione a derivate parziali di 1° ordine:

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\eta + \frac{\partial f}{\partial z}\zeta + \sqrt{1+\eta^2+\zeta^2}\left[\frac{\partial f}{\partial \eta}\varphi(x, y, z, \eta, \zeta, s)\right.$$
$$\left. + \frac{\partial f}{\partial \zeta}\psi(x, y, z, \eta, \zeta, s) + \frac{\partial f}{\partial s}\right] = 0,$$

dove si è posto per brevità:

$$\eta = \frac{v}{u}, \qquad \zeta = \frac{w}{u}.$$

Le cinque soluzioni si otterranno dunque integrando il sistema normale:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{dy}{dx} = \eta, \quad \frac{dz}{dx} = \zeta, \\ &\frac{d\eta}{dx} = \varphi(x, y, z, \eta, \zeta, s)\sqrt{1+\eta^2+\zeta^2}, \quad \frac{\zeta}{dx} = \psi(x, y, z, \eta, \zeta, s)\sqrt{1+\eta^2+\zeta^2}, \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

$$\frac{ds}{dx} = \sqrt{1+\eta^2+\zeta^2}. \tag{10}$$

Da questo sistema si ottiene:

$$y = f_1(x, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5), \quad z = f_2(x, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5), \tag{11}$$

$$\eta = f_3(x, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5), \quad \zeta = f_4(x, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5), \quad s = f_5(x, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5).$$

essendo c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 costanti arbitrarie.

Le (11) *sono le due equazioni della curva funicolare in termini finiti. Se i valori dati* x_0, y_0, z_0, η_0, ζ_0 *di* x, y, z, η, ζ, *corrispondenti a un valore dato* s_0 *di* s, *sono gli stessi per tutti i problemi della classe definita dalle equazioni* (2), (7), (8), *la curva funicolare sarà la stessa per tutti i problemi pei quali le forze soddisfino alle due equazioni di condizione:* (*)

$$vX - uY = u^2\varphi\left(x, y, z, \frac{v}{u}, \frac{w}{u}, s\right), \quad wX - uZ = u^2\psi\left(x, y, z, \frac{v}{u}, \frac{w}{u}, s\right).$$

Se φ, ψ non contengono esplicitamente s, una delle costanti p. es. c_5, potrà supporsi combinata all' arco per via di addizione, e perciò eliminata dalle equazioni della curva funicolare. In questo caso le equazioni (9), s' integrano indipendentemente dalla (10), e, integrate le equazioni (9), la integrazione della equazione (10) si riduce ad una quadratura. Conosciuti i cinque integrali, se si integra l' equazione:

$$\frac{du}{ds} = X,$$

dopo avere eliminato da essa tutte le variabili eccetto u, s, risulterà completata la soluzione del problema. L' equazione integrale, che così si ottiene, è l'unica che distingue un problema dall' altro della stessa classe.

Se si ricercasse in qual caso il sistema (3) ammette quattro soluzioni comuni indipendenti dell' arco, si otterrebbero per k, k' le espressioni (7), e per l, l' le espressioni (8), nelle quali però φ, ψ

(*) Cfr. la mia nota: *Sugli integrali delle equazioni del moto d'un punto materiale*, Giornale di Matem. diretto dal Prof. G. Battaglini, Vol. XXIII, 1885.

non contengano esplicitamente s, sicchè si avrebbe una classe di problemi contenuta implicitamente nella precedente, e le quattro soluzioni non contenenti esplicitamente l' arco non potrebbero sussistere senza la simultanea esistenza d'un quinto integrale contenente esplicitamente l' arco.

§ X.

Sia:

$$f(q_1, q_2, p_1, p_2, s) = h$$

un integrale comune a due problemi P_1, P_2 ; P_1^1, P_2^1 dell' equilibrio d' un filo flessibile e inestensibile sopra una data superficie. Si dovrà avere identicamente:

$$\frac{\partial f}{\partial s} T + \frac{\partial f}{\partial q_1} p_1 + \frac{\partial f}{\partial q_2} p_2 + \frac{\partial f}{\partial p_1} \frac{(-GP_1 + FP_2)T + \pi_1}{(EG - F^2)T}$$

$$+ \frac{\partial f}{\partial p_2} \frac{(FP_1 - EP_2)T + \pi_2}{(EG - F^2)T} = 0,$$

$$\frac{\partial f}{\partial s} T + \frac{\partial f}{\partial q_1} p_1 + \frac{\partial f}{\partial q_2} p_2 + \frac{\partial f}{\partial p_1} \frac{(-GP_1^1 + FP_2^1)T + \pi_1}{(EG - F^2)T}$$

$$+ \frac{\partial f}{\partial p_2} \frac{(FP_1^1 - EP_2^1)T + \pi_2}{(EG - F^2)T} = 0.$$

Ponendo:

$$k = \frac{E(P_2^1 - P_2) - F(P_1^1 - P_1)}{G(P_1^1 - P_1) - F(P_2^1 - P_2)},$$

$$l = \frac{[FP_1 - EP_2 - k(-GP_1 + FP_2)]T + \pi_2 - k\pi_1}{(EG - F^2)T}, \tag{1}$$

al sistema delle due ultime equazioni si può sostituire il sistema delle due seguenti:

$$\left.\begin{aligned} A(f) &= \frac{\partial f}{\partial p_1} + k\frac{\partial f}{\partial p_2} = 0, \\ B(f) &= \frac{\partial f}{\partial q_2} + \frac{\partial f}{\partial q_1}\frac{p_1}{T} + \frac{\partial f}{\partial q_2}\frac{p_2}{T} + \frac{\partial f}{\partial p_2} l = 0. \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

Perchè il sistema (2) sia integrabile, si dovrà avere:

$$\frac{\partial f}{\partial q_1} A\left(\frac{p_1}{T}\right) + \frac{\partial f}{\partial q_2} A\left(\frac{p_2}{T}\right) + \frac{\partial f}{\partial p_2}\left\{A(l) - B(k)\right\} = 0 . \tag{3}$$

Affinchè lo stesso sistema (2) ammetta tre soluzioni, è necessario che la (3) sia identicamente soddisfatta, cioè che si abbia:

$$A\left(\frac{p_1}{T}\right) = 0 , \quad A\left(\frac{p_2}{T}\right) = 0 , \tag{4}$$

$$A(l) - B(k) = 0 . \tag{5}$$

Ciascuna delle equazioni (4) offre:

$$k = \frac{p_2}{p_1} . \tag{6}$$

Poi dalla (5) si deduce:

$$l = p_1 \varphi\left(q_1 , q_2 , \frac{p_2}{p_1} , s\right), \tag{7}$$

Il sistema (2), sostituendovi le espressioni (6), (7) di k, l, diviene iacobiano, ed ammette tre soluzioni, che sono le tre soluzioni della equazione unica a derivate parziali di 1° ordine:

$$\frac{\partial f}{\partial q_1} + \frac{\partial f}{\partial q_2}\eta + \left[\frac{\partial f}{\partial \eta}\varphi(q_1 , q_2 , \eta , s) + \frac{\partial f}{\partial s}\right]\sqrt{E + 2F\eta + G\eta^2} = 0 ,$$

dove per brevità è posto:

$$\frac{p_2}{p_1} = \eta .$$

I tre integrali comuni sono i tre integrali del sistema normale:

$$\frac{dq_2}{dq_1} = \eta , \qquad \frac{d\eta}{dq_1} = \varphi(q_1 , q_2 , \eta , s)\sqrt{E + 2F\eta + G\eta^2} \tag{8}$$

$$\frac{ds}{dq_1} = \sqrt{E + 2F\eta + G\eta^2} . \tag{9}$$

Questo sistema integrato offre:

$$q_2 = f_1(q_1, c_1, c_2, c_3), \tag{10}$$

$$\eta = f_2(q_1, c_1, c_2, c_3), \tag{11}$$

$$s = f_3(q_1, c_1, c_2, c_3). \tag{12}$$

La (10) *è l' equazione della curva funicolare in termini finiti. Se i valori dati di* q_1, q_2, η, *corrispondenti a un valore dato di* s, *sono gli stessi per tutti i problemi della classe definita dalle equazioni* (1), (6), (7), *la curva funicolare non varierà da problema a problema della classe stessa.*

Ricercando i sistemi di due integrali non contenenti esplicitamente la variabile indipendente e comuni a più problemi, si otterrebbe di nuovo il valore (6) di k, e per l risulterebbe la stessa espressione (7), nella quale φ non contenga esplicitamente s. Perciò questa classe è contenuta implicitamente nella classe precedente, e i due integrali non contenenti esplicitamente l' arco non possono sussistere senza che sussista contemporaneamente un terzo integrale contenente esplicitamente l' arco. In questo caso una delle constanti c_1, c_2, c_3, p. es. la costante c_3, si può supporre combinata alla variabile indipendente s per via di addizione; le equazioni (8) s' integrano indipendentemente dalla (9), e dalla equazione della curva funicolare risulta eliminata la costante c_3.

L' equazione:

$$(EG - F^2)\, T \frac{dp_1}{ds} = (-GP_1 + FP_2)\, T + \pi_1,$$

in virtù degli integrali trovati, si può ridurre a non contenere altre variabili all' infuori di p_1, s, e da essa si otterrà l'equazione integrale che distingue problema da problema della stessa classe.

§ XI.

Enunciamo infine alcune proposizioni che si deducono, secondo il § V, da proposizioni analoghe (*) relative al moto di un punto.

Se le componenti X, Y, Z sono funzioni delle coordinate e della tensione, tali che si abbia:

$$(aX + bY)T + \varphi(\eta, \zeta) = 0, \qquad (aX + cZ)T + \psi(\eta, \zeta) = 0,$$

dove:

$$\eta = ax + by, \qquad \zeta = ax + cz,$$

e dove a, b, c sono costanti date qualunque, il problema dell' equilibrio del filo ammette i tre integrali, non contenenti esplicitamente la variabile indipendente, del sistema delle due equazioni differenziali ordinarie di 2° ordine:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} = \varphi(\eta, \zeta), \qquad \frac{d^2\zeta}{dt^2} = \psi(\eta, \zeta),$$

nei quali a $\frac{d\eta}{dt}$, $\frac{d\zeta}{dt}$ si siano sostituite le quantità $au + bv$, $au + cw$. Dai tre integrali si può dedurre evidentemente un' equazione della forma:

$$F(\eta, \zeta, c_1, c_2, c_3) = 0,$$

che rappresenta una superficie cilindrica, sulla quale dovrà giacere la curva funicolare. Il caso di $\varphi = 0$, $\psi = 0$ è quello in cui la forza è soggetta alla sola condizione di essere parallela ad una retta data. Rappresentando in questo caso con a, b, c tre costanti proporzionali ai coseni di direzione della retta, i tre integrali possono porsi sotto la forma:

$$bu - av = \gamma, \qquad cv - bw = \alpha,$$

$$a(yw - zv) + b(zu - xw) + c(xv - yu) = \varepsilon,$$

essendo γ, α, ε tre costanti arbitrarie, e la curva funicolare è piana.

(*) Cfr. Bertrand, *Sur les integrales communes à plusieurs problèmes de Mécanique* (Liouville, t. XVII, 1852); Annali della R. Sc. Norm. Sup. di Pisa, Vol. IV, tesi citata; Giornale di Matem. Vol. XXIII, nota citata.

§ XII.

Se le componenti X, Y, Z sono funzioni delle coordinate e della tensione, tali che:

$$(yX - xY)\,T = \frac{1}{x^2}\varphi\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right), \qquad (zX - xZ)\,T = \frac{1}{x^2}\psi\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right),$$

le equazioni dell' equilibrio ammettono tre integrali che si ottengono dagl' integrali primi non contenenti esplicitamente la variabile indipendente, del sistema di equazioni differenziali ordinarie di 2° ordine:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} = \varphi(\eta, \zeta), \qquad \frac{d^2\zeta}{dt^2} = \varphi(\eta, \zeta),$$

sostituendo in questi ultimi integrali $\frac{y}{x}$, $\frac{z}{x}$, $xv - yu$, $xw - zv$ invece di η, ζ, $\frac{d\eta}{dt}$, $\frac{d\zeta}{dt}$.

L' equazione:

$$F(\eta, \zeta, c_1, c_2, c_3) = 0,$$

che si può dedurre dai tre integrali, rappresenta una superficie conica sulla quale giacerà la curva funicolare.

In particolare tre integrali del problema dell' equilibrio d' un filo sotto l' azione d' una forza la cui linea d' azione passa costantemente per l' origine delle coordinate, sono:

$$yw - zv = c_1, \qquad zu - xw = c_2, \qquad zv - yu = c_3,$$

e la curva funicolare in questo caso è piana.

§ XIII.

Sia data una superficie di rivoluzione od applicabile sopra una superficie di rivoluzione (*). Prendiamo sopra di essa per linee coor-

(*) Cfr. Bertrand, memoria citata; E. Rouché, *Sur les intégrales communes à plusieurs problèmes de Mécanique relatifs au mouvement d' un point sur une surface* (Liouville, 2ª serie, t. III, 1858).

dinate un sistema di linee geodetiche e quello delle loro traiettorie ortogonali, sicchè il quadrato dell' elemento lineare della superficie assuma la forma:

$$ds^2 = dq_1^2 + G dq_2^2 ,$$

dove G è funzione di q_1 soltanto. Supponiamo che le forze soddisfino alla condizione:

$$P_2 T + \frac{\varphi(q_2)}{G} = 0, \tag{1}$$

dove $\varphi(q_2)$ è una funzione qualunque data di q_2, e P_2 è una funzione di q_1, q_2, T. Il problema dell'equilibrio del filo sopra la data superficie ammetterà l' integrale:

$$\left(TG \frac{dq_1}{ds} \right)^2 - 2 \int \varphi(q_2) dq_2 = h . \tag{2}$$

Se nelle equazioni (1), (2) si suppone $\varphi(q_2)$ identicamente nullo, la condizione (1) delle forze e l' integrale (2) corrispondente divengono:

$$P_2 = 0 , \qquad TG \frac{dq_1}{ds} = h ,$$

come al paragrafo sesto.

Catania, Febbraio 1892.

Memoria II.

Ricerche embriologiche sui Cestodi

Memoria del Prof. B. GRASSI e del Dott. G. ROVELLI

(*con quattro tavole*)

AVVERTENZE

1. Questa Memoria è stata incominciata da me solo; dopo aver scoperto che lo sviluppo della *T. murina s. nana* è immediato e che la Pulce è un ospite intermedio della *T. ellittica*, il problema ch' io m' era proposto diventò molto ampio e mi trovai quindi nella necessità di dare una grande estensione alle ricerche, e perciò mi unii al Sig. *Dott. Rovelli*. Mi corre l' obbligo di dichiarare che questi ha collaborato attivamente; ed è dunque giusto e doveroso che amendue assumiamo la responsabilità del lavoro, il quale perciò esce con amendue i nostri nomi.

B. Grassi.

2. Il nostro punto di partenza è stata la seconda edizione dell' opera classica del *Leuckart* sui parassiti dell' Uomo (1); noi ci lusinghiamo di essere arrivati ad aggiungere al suo Trattato sui Cestodi una serie di osservazioni e di esperimenti, che completano in molte parti i fatti prima di noi noti, rendendoli assai più intelligibili.

Due sono i punti fondamentali, sui quali richiamiamo l' attenzione del lettore. Il primo si è il seguente: la storia dello sviluppo del cisticerco presenta fatti, come disse il *Moniez* (2) " *absolument extraordinaires et bien invraisemblables a priori* "; noi abbiamo trovato una forma (la *T. ellittica*) che possiede uno sviluppo sempli-

(1) Die Parasiten des Menschen ecc. 2.e Auf. I. Bd. I. 2. 3 Lief. 1879-81-86.

(2) Essai monogr. sur les Cysticerques p. 35 (Travaux d. l'Inst. zool. de Lille — T. III, fas. I. 1880, Paris).

ce, spiega questi fatti e li rende ordinari, verosimili, naturali, se ci si permette la parola.

Passiamo al secondo punto. Tutti i Cestodi hanno bisogno di un ospite intermedio; uno soltanto allo stato di larva diventa adulto *(Archigetes Sieboldi)*. Così scriveva il *Leuckart*. Altri invece, e sovratutto il *Mégnin*, sostenevano la possibilità d'uno sviluppo immediato; manca qualunque prova, soggiungeva il *Leuckart*.

In questa Memoria troverà il lettore le prove dell' asserzione da uno di noi avanzata in una Nota preliminare, che la *T. nana s. murina* non ha un ospite intermedio. Questo fatto rompe quell' inesplicabile monotonia che caratterizza il complicato ciclo evolutivo dei Cestodi; esso potrebbe lasciare intravvedere come un parassita abbia potuto arrivare a vivere per un periodo della sua vita in un animale, e per un altro in un altro; in ogni caso riconduce le leggi che regolano lo sviluppo dei Cestodi a quelle dei Trematodi e dei Nematodi.

Si troverà in questa Memoria anche il tentativo di determinare la formazione degli organi dei Cestodi, campo finora inesplorato; in complesso siamo convinti di esser riusciti a tracciare con sicurezza alcune linee fondamentali, ma giudicherà il lettore se la nostra convinzione è solidamente basata.

Noi speriamo che nell' apprezzare il piccolo frutto delle nostre ricerche si vorrà tener calcolo delle straordinarie difficoltà che abbiamo dovuto superare. La nostra pazienza è stata messa a dura prova, e ci sono stati necessari molti esperimenti, i quali ci hanno consumato di spesso una grandissima quantità di tempo in tentativi infruttuosi.

Queste sono le scuse per le lacune e per qualche incertezza che, senza dubbio, l' occhio del lettore non mancherà di rilevare, specialmente nella parte riguardante lo sviluppo degli organi, sulla quale noi stessi intendiamo ritornare in successivi lavori.

Catania, 10 Novembre, 1887.

B. Grassi e G. Rovelli

3. A questa Memoria toccò in sorte di restare per trenta mesi manoscritta presso l' Accademia dei Lincei, alla quale era stata presentata per il concorso al premio reale di morfologia. In ciò il motivo del ritardo con cui si pubblica, mentre la rispettiva Nota riassuntiva è già comparsa da quasi tre anni nel *Centralblatt f. Bacter. u. Parasitenk.* 1889, Bd. V, N. 11 e 12.

Nel frattempo uscirono parecchi lavori, che si riferiscono all' argomento qui discusso. Non essendosi però nessuno degli autori sobbarcato all' improba fatica di procurarsi tutti i necessari stadi di sviluppo dei cisticercoidi, a nostro parere, la quistione non fece alcun serio progresso, soltanto venne confermato ciò che noi dimostravamo nella nostra Nota riassuntiva, vale a dire che esistono molti cisticercoidi a lunga coda e che esaminando gli invertebrati, si trovan facilmente dei cisticercoidi nuovi.

Vero è che l' Hamann crede d' aver scoperto un nuovo modo di sviluppo del cisticercoide delle tenie proprie agli uccelli.

Noi però riteniamo che egli abbia avuto sottocchi appena alcuni stadi, i quali lo condussero ad induzioni erronee. Ma su questo e su altri punti torneremo con alcune brevi note, che il lettore troverà aggiunte al testo primitivo della nostra Memoria.

Catania, 30 Settembre 1891.

CAPITOLO I.

CISTICERCOIDI E LORO STORIA EVOLUTIVA (1).

A. Taenia elliptica s. cucumerina.

Descriveremo i vari stadi da noi osservati, curando di esser brevi, specialmente in quei punti che il lettore può a primo aspetto rilevar dalle figure, molto più facilmente che da minuziose descrizioni.

1° *stadio. Embrione esacanto (oncosfera).*

I più giovani embrioni (Tav. I fig. 1) da noi studiati sono tondeggianti od ovalari e molto piccoli, raggiungendo appena i 35, 40, 45 μ. il diametro o l' asse maggiore; presentansi solidi, o parenchimatosi, che vogliansi dire, senza lacune, o con qualche piccolissimo vacuolo a contorni più o meno irregolari.

Ad un esame attento si può rilevare che gli uncini embrionali sono disposti a paia, in tre gruppi. quindi un paio per ogni gruppo, e si trovano in una *parte* speciale, che possiamo fin d' ora denominare *posteriore*, in riguardo sia della posizione che essa piglierà nel cisticercoide, sia di quanto sappiamo d' altri embrioni esacanti. Gli uncini sembrano anzi *limitati* ad una *metà di questa parte posteriore* (ciò diventa più chiaro in uno stadio successivo), sicchè si veggono alle volte a quella superficie dell' embrione, la quale presentasi superiore, sotto il microscopio, all' occhio dell' osservatore, alle volte invece a quella superficie che presentasi inferiore. Uno delle tre paia d'uncini è posteriore-mediano, le altre due posteriori-laterali; le punte delle falci del paio posteriore - mediano segnano l' estremo posteriore dell' embrione; le paia posteriori-laterali, pure

(1) V. Nota preliminare " Intorno allo sviluppo del cisticerco. „ Reale Acc. dei Lincei, Vol. V, Ser. 4ª Rendiconti fasc. 3°, pag. 165-174.

colle punte delle falci, segnano la parte laterale o lateral-posteriore. Questi uncini danno all' embrione una simmetria, quale è già stata notata nelle oncosfere d' altre Tenie *(Leuckart* (1), *Van Beneden* juniore (2)).

Nell' embrione si notano movimenti di contrazione e rilasciamento in svariato senso, che mutano alquanto la sua forma, vale a dire lo restringono allungandolo, o l'accorciano allargandolo etc.; una vera locomozione non fu però da noi rilevata nè nel presente, nè in ulteriori stadi di sviluppo, compreso quello di cisticercoide. Movendosi l' embrione, si muovono pure gli uncini, s' intende passivamente.

Quest' embrione, finchè è vivo, è molto trasparente, assai opportuno perciò per le osservazioni, anche colle lenti ad immersione. Per studiarlo vivo ci siamo serviti della solita soluzione d' albume, leggermente salata (un albume d' uovo in 200 gr. di acqua distillata, più 75 centigrammi di cloruro di sodio). Aiutandoci anche coi soliti reagenti (soluzione acetica-osmica degli *Hertwig*, acido acetico diluitissimo ecc.) arrivammo a formarci un concetto sicuro della sua struttura (Tav. I, fig. 2). Risulta di cellule a confini, se pur esistono, non ben determinati; la sostanza cellulare o, come altri dice, il protoplasma cellulare, ossia il citoplasma, è relativamente molto scarso e coll' acido acetico appare granuloso; i nuclei sono tondeggianti, di differenti grandezze, sempre però relativamente molto grandi; sono vescicolari e racchiudono un nucleolo abbastanza grosso; la membrana del nucleo è evidente; colle sostanze coloranti, appena il nucleolo resta intensamente colorito. Se si avesse sott'occhio questo solo stadio di sviluppo, di cui parliamo, potrebbe venire il dubbio che si dovesse interpretare come protoplasma cellulare il nucleo, come nucleo il nucleolo, e come sostanza intercellulare il protoplasma cellulare; gli stadi successivi però dimostrano che questo dubbio sarebbe infondato.

(1) Quando nominiamo il *Lauckart* senza speciale citazione, ci riferiamo sempre all' opera sopracitata.

(2) Archives de Biologie par *Ed. Van Beneden* ecc. Vol. II, Fas. II, 1881, pag. 183 e seg.

Tutto ben considerato, riteniamo perciò che l' embrione esacanto consta di cellule di svariate grandezze ed a confini indistinti. Esse sono disposte in un cumolo, senza rilevabile stratificazione (blastema d' alcuni autori, o tessuto embrionale d' altri); non si può neppure ammettere che, almeno in complesso, le più piccole, o le più grosse si trovino a preferenza alla parte periferica, od alla centrale.

Si rinvengono in svariati punti dell' embrione, probabilmente dentro il protoplasma cellulare, corpuscoli molto piccoli, splendenti, assai rinfrangenti e giudicando dall' aspetto, adiposi; talvolta isolati ed altre volte accumulati a piccoli gruppi di 2-3, o più.

Non vi sono tracce sicure di musculatura, neppure in corrispondenza agli uncini embrionali.

Quà e là, a preferenza verso la parte media dell' embrione, si scorgono talora, come già sopra si accennò, 1-2-3 spazi o vacuoli angustissimi, tondeggianti, o più o meno irregolari e pieni di un liquido trasparentissimo.

L' embrione è rivestito da una sottilissima cuticola, amorfa, in cui non si possono rilevare pori-canali, quando è ancor vivo ed intatto; quando esso comincia ad alterarsi, la cuticula rigonfia, e compaiono allora attorno all' embrione delle bollicine, che non sappiano bene in che modo siano prodotte, e si intravvedono anche i pori-canali nella cuticola.

2.° *Stadio. Vescicola primitiva. Comparsa della musculatura e dei corpuscoli calcari. Accenno della coda.*

A poco a poco i vacuoli ingrandiscono, confluiscono e si forma (Tav. I, *lac* fig. 3-4) una piccola cavità *(lacuna primitiva)* eccentrica, e perciò a *parete più assottigliata da una parte, che è la posteriore e più ispessita dall' altra che è l' anteriore;* contemporaneamente va ingrandendosi l' embrione, che, giunto a questo periodo di sviluppo, denominiamo *vescicola primitiva.*

Che la lacuna primitiva si formi per distruzione di cellule (ciò

inclina a credere il *Leuckart* per i cisticerchi), non possiamo ammetterlo, perchè l'embrione contemporaneamente cresce di volume: lo che può spiegar la formazione della lacuna senza ricorrere ad una distruzione di cellule, la quale non era mai evidente nè a fresco, nè sui tagli in centinaia di vescicole primitive da noi esaminate.

La lacuna va sempre più ingrandendo, (Tav. I, fig. 5.) tenendosi sempre però vicina alla parte posteriore, sicchè la parete che la delimita, presenta un ispessimento anteriore.

L'embrione a poco a poco, assume 2-3-4 volte il volume primitivo; gode di vivaci e svariati movimenti di contrazione e di rilasciamento, i quali ne cambiano la forma; però di solito presentasi allungato (Tav. I fig. 6), e la parte posteriore è assottigliata a guisa di coda, cosicchè si può già cominciare a parlare d'un corpo e d'una coda, che non sono però separati l'uno dall'altro, apparendo talvolta la coda molto lunga ed il corpo piccolo, e viceversa.

La lacuna primitiva (*lac.*), quando principiasi a distinguere corpo e coda, può corrispondere in parte alla coda ed in parte alla porzione posteriore del corpo: di solito però manca in corrispondenza alla coda.

In questo secondo stadio si notano i seguenti altri fatti. Compare sotto alla cuticola uno strato sottilissimo di fibrille circolari, disposte attorno all'embrione in direzione trasversale (equatoriale); rappresenta quello strato subcuticolare che noi, basandoci anche sul confronto colla muscolatura del rostello (v. più avanti), coi più autorevoli autori, riteniamo di natura muscolare e che è caratteristico dei Cestodi e dei Trematodi (1). In circostanze fortunate, si possono scorgere anche fibre finissime che vanno agli uncini. però non possiamo assolutamente asserire che siano comparse appena in questo secondo stadio.

Diventano evidenti i confini cellulari (Tav. I fig. 18) e si di-

(1) Se alle fibre circolari si accompagnino anche fibre longitudinali, è questione che dobbiamo lasciare indecisa; negli stadi successivi, qualche volta, queste fibre longitudinali ci apparvero evidenti in corrispondenza alla coda; esse incrociavano perpendicolarmente le circolari. Del resto molte volte notammo strie longitudinali, ma ci sembrarono appartenenti alla cuticola.

stinguono di solito due sorta di cellule, le une molto più grandi e molto più scarse di numero che le altre; queste (*cellule piccole*) circondano quelle (*cellule grandi*) che di regola presentansi isolate. In corrispondenza alla parte posteriore questa distinzione e distribuzione delle cellule è meno evidente e si trovano forme intermedie tra le grandi e le piccole, cellule piuttosto grandi addossate le une alle altre ecc. In complesso le cellule grandi stanno a preferenza alla parte periferica dell'embrione; se ne trova però qualcuna anche alla superficie interna della lacuna primitiva.

In mezzo a quell' ispessimento che, essendo la lacuna primitiva eccentrica, come si disse, trovasi alla parte anteriore dell'embrione, le cellule sono costantemente tutte piccole. Le cellule grandi possono essere ovalari allungate, o tondeggianti; alcune mostrano evidenti prolungamenti protoplasmatici; le cellule piccole sono per lo più fusate, ad estremi affilati più o meno, talvolta anzi chiaramente prolungati in delicatissimi filamenti. I nuclei, tanto delle cellule grandi, quanto di quelle piccole, conservano i caratteri che avevano nel periodo precedente.

Il significato delle cellule grandi ci è tutt' altro che chiaro; certo è però che nello stadio successivo cessano di essere distinte. In linea d'ipotesi potremmo riferire ad esse la produzione dello strato muscolare sottocuticolare; ma si potrebbe anche supporre che le distinzioni delle cellule in grandi e piccole, dipendesse dal tempo della loro riproduzione; vale a dire che sarebbero tutte d'una sola sorta, le grandi non si sarebbero divise da qualche tempo, le piccole invece si sarebbero recentemente divise.

La lacuna primitiva non ha una superficie uniforme, sibbene irregolare, perchè le singole cellule vi sporgono alquanto, anzi quà e là qualcuna è molto sporgente, o libera a dirittura.

Come risulta da quanto abbiamo detto e dalle figure, non è possibile *distinguere una stratificazione* nella vescicola primitiva.

La cuticola è un po' più ispessita che nello stadio precedente. In essa, quando è osservata sugli embrioni viventi, non possiamo in alcun modo rilevare i pori-canali, i quali però compaiono alle

volte evidentissimi, quando gli embrioni vanno alterandosi e morendo, e contemporaneamente la cuticola si rigonfia; sulle sezioni alle volte si veggono, alle volte no; in realtà noi crediamo che i poricanali esistano sempre, ma che il non poterli rilevare sul vivo, dipenda dalla loro piccolezza.

Gli uncini mutano ben poco la disposizione che avevano nel periodo precedente, (Tav. I, fig. 3, 4, 5 e 6). Quando l' embrione si appalesa con quella forma, che ci permette di parlare d'un corpo e d' una coda, allora è evidente che gli uncini corrispondono alla coda e precisamente ad una sua metà, sicchè, almeno di regola, occupano appena una delle due superficie che si sogliono presentare all' occhio di chi osserva al microscopio, vale a dire appena la superiore, od appena l'inferiore. Per spiegarci più chiaramente, è possibile dividere la coda pel lungo (cioè in senso longitudinale) in due parti eguali e tali che ad una metà corrispondano tutte le tre paia di uncini, un paio posteriore-mediano, le altre due paia anteriori-laterali; queste sono però ad un livello differente di quello, tale per cui, quando stanno alla superficie, che offresi all'osservatore superiore, le paia anteriori-laterali si mostrano meno superficiali di quello posteriore-mediano.

Verso la fine del 2.° stadio, compaiono alcuni corpuscoli calcari alla parte mediana trasversale dell'embrione. Che essi derivino da cellule, ci sembra probabile, avendo noi qualche volta trovato nella cavità, da essi lasciata dopo la decalcificazione, traccie di un nucleo (ciò specialmente negli stadi successivi, in cui i corpuscoli calcari vanno diventando molto numerosi), circondato talora anche da traccie di plotoplasma. I corpuscoli calcari sono, molto probabilmente, involti da una membrana, che, dopo la decalcificazione, resta a delimitare il posto che essi occupavano. Hanno forma svariata, varia anche molto la loro grandezza; alle volte tre-quattro molto piccoli si osservano addossati l'uno all'altro. Notevole si è che non se ne sviluppa mai alcuno immediatamente sotto alla cuticola e relativa muscolatura.

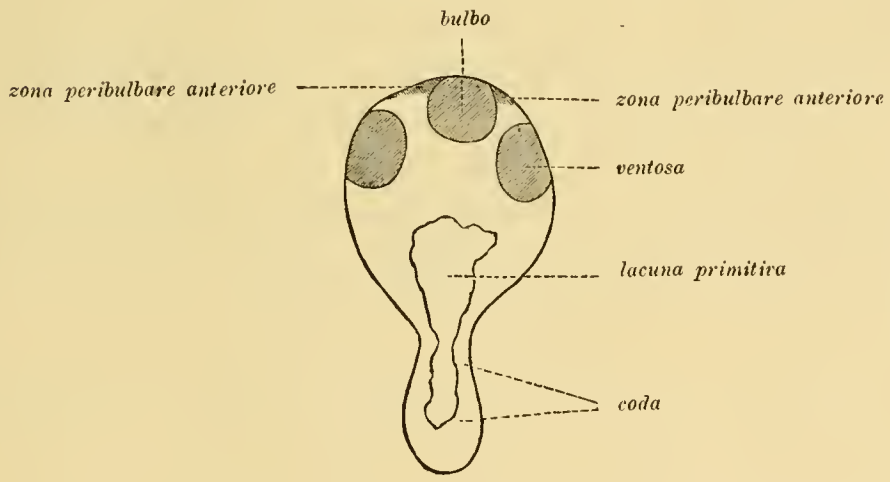
Quei granuli, d'aspetto adiposo, che noi avevamo incontrati nel periodo precedente, si rinvengono pure in questo 2.° stadio.

3° *Studio. Accenno del rostello e delle ventose.*

L'embrione va sempre più aumentando di dimensioni, senza che di solito vi corrisponda un evidente ingrandimento della lacuna, tranne posteriormente. Intanto l'accenno della divisione in *corpo* e *coda*, sempre più diventa chiaro, nonostante che, in certi movimenti di contrazione dell'embrione, possa ancora scomparire.

Contemporaneamente (Tav. II. fig. 2.) alla parte anteriore si delimita un ispessimento, a cui poco più tardi (Tav. II, fig. 1.) se ne aggiungono quattro altri (due soli se ne veggono generalmente negli embrioni, quando si osservano vivi, ma sulle sezioni è facile persuadersi che in realtà sono quattro); il primo è l'accenno della formazione del rostello, gli altri quattro gli accenni delle ventose, che perciò sono alquanto più tardive a comparire (Vedi anche la fig. 1).

Fig. I. (*Schema*)



Veniamo ai particolari. Le cellule al polo anteriore assumono una disposizione speciale, per cui giunge ad accennarsi e poi a delimitarsi un corpo tondeggiante (*bul*) *(cuscinetto o bulbo del rostello)*, il quale viene ad essere circondato ovunque da cellule, eccetto alla

sua *estremità o calotta anteriore*, che è libera, essendo provveduta di cuticola (parte della cuticola generale dell' embrione), probabilmente col relativo strato muscolare sottocuticolare. Il confine nella parte circondata da cellule, viene ad essere prontamente segnato dalla comparsa di uno straterello muscolare circolare (sacco muscolare del rostello), simile a quello sottocuticolare, che si è descritto nello stadio precedente: il bulbo è fatto da cellule più o meno nettamente fusiformi, accumolate senza una evidente stratificazione (blastema). Le suddette cellule circondanti il bulbo, pure fusiformi, tendono a formargli quasi un rivestimento, perciò sono quà e là evidentemente incurvate a concavità verso il bulbo; neppure esse sono disposte in strati distinti, ma accumolate, diremo così, come mucchi di ciottoli; si vede che, ordinandole, se ne farebbero parecchi strati, che rivestirebbero il bulbo, come le membrane d' una cipolla.

Le ventose si accennano quali corpi globulari, solidi, in modo del tutto simile a quello del rostello. L' accenno si vede bene appena dopo la comparsa del rostello.

Bisogna però confessare (Tav. II, fig. 2) che, già al momento in cui comincia a delimitarsi il rostello, le cellule, in corrispondenza al punto ove compariranno le ventose, tendono ad aggrupparsi in modo da farne intravvedere la prossima comparsa.

I corpuscoli calcari intanto crescono di numero; non se ne forma però alcuno in corrispondenza alla coda ed all' accenno delle ventose e del rostello (in complesso mancano quasi alle parte anteriore del corpo).

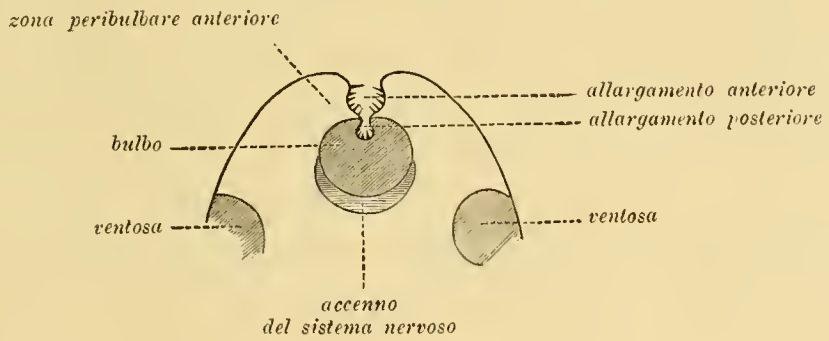
4° e 5° *Stadio. Sviluppo ulteriore del rostello — Delimitazione del corpo e della coda — Comparsa dell' apparato acquifero — Scomparsa della lacuna primitiva — Accenno del sistema nervoso.*

L' embrione cresce sempre più e si allunga (Tav. I, fig. 8,8, 7,9.) Qui probabilmente ci manca uno stadio di secondaria importanza, che deve avere brevissima durata. Fatto sta che l' embrione

più giovane e seguente lo stadio 3° che noi abbiamo potuto sezionare (stadio 4°), presenta di già un infossamento e non appena nel bulbo (Tav. II, fig. 3 e 6). Spieghiamoci: il bulbo, come si disse. (Tav. II, fig. 2), è circondato da cellule (che tendono a formargli un peculiare rivestimento), eccetto alla estremità o calotta anteriore. Orbene quella parte di cellule circondanti il bulbo [*zona peribulbare anteriore.* Vedi fig. I (Schema)], la quale viene ad essere anteriore (ossia trovasi là dove il bulbo comincia ad esser rivestito), ha proliferato.

Nello stesso tempo trascinando seco la relativa cuticola e lo strato muscolare sottocuticolare, si è invaginata insieme colla estremità anteriore del bulbo coperta da cuticola. È perciò che scorgiamo sui tagli longitudinali una depressione, o, se si vuole, un invaginamento, tutto coperto di cuticola alla sua superficie interna, o libera che si dica: evidentemente è fatto in parte (fondo cieco) dal bulbo, in parte da quelle cellule (s' intende insieme colla relativa cuticola e strato muscolare sottocuticolare) che circondavano il bulbo nella zona immediatamente circostante a quella in cui esso era nudo (*zona peribulbare anteriore*).

Fig. II. (*Schema*)



L' invaginamento (Tav. II, fig. 6) è dunque in parte corrispondente al bulbo, ossia *bulbare* (lo denomineremo fin d' ora *allargamento posteriore*), in parte alla zona che circonda il bulbo, ossia *peribulbare* (lo denomineremo fin d' ora *allargamento anteriore*); il

confine tra le due parti è indicato già da una lievissima *strozzatura*. La cuticola, rivestente l'invaginamento, va fornita di numerose, molto delicate e cortissime punte, o peluzzi cuticolari, i cui rapporti colle cellule sottocuticolari non sono evidenti. (Vedi anche la fig. II).

L'embrione può estroflettere tutto questo invaginamento, che muta facilmente anche di forma, ed allora si vede dall'estremità anteriore sporgere un corpo a guisa di proboscide. Anzi qualche volta si può assistere a lenti, ma ritmici movimenti di introflessione e d'estroflessione.

L'invaginamento in discorso (stadio 5°) poco più tardi cresce in ogni dimensione; però meno nella parte corrispondente al bulbo (allargamento posteriore) e molto meno ancora in corrispondenza alla strozzatura. Questa strozzatura perciò diventa assai più spiccata; quivi non si notano neppure le punte cuticolari, che nel frattempo vanno ingrandendo, in corrispondenza tanto all'allargamento posteriore, quanto all' allargamento anteriore dell' invaginamento; esse mancano però anche alla periferia dell'allargamento anteriore, ossia alla bocca dell' invaginamento la quale può restringersi od allargarsi considerevolmente (Tav. II, fig. 8, Tav. I, fig. 15).

Dopochè l' invaginamento è incominciato, cioè al 4° stadio, la parte posteriore (coda) dell' embrione va delimitandosi nettamente dall' anteriore (corpo); precisando, la coda si allunga, come anche il corpo, ma contemporaneamente verificasi uno strozzamento che viene a separare l'uno dall'altra (Tav. I, fig. 10, 19); così resta netta la distinzione di queste due parti, distinzione che è indicata eziandio dalla mancanza dei corpuscoli calcari nella coda (eccezionalmente se ne vedono 2-5-10 alla sua estremità anteriore, mai però nella parte corticale di essa). In molti casi è facile osservare, ciò che forse esiste sempre, che questa coda non si diparte cioè dal polo posteriore del corpo, sibbene sta inserita in modo che vien quasi a segnare nel corpo due facce, una delle quali è quella da cui essa si diparte; essendo evidentemente un organo rudimentale, già adibito alla locomozione, come spiegheremo più avanti, si

potrebbe forse dire che la coda sorge dalla parte posteriore della faccia ventrale dell' embrione.

E gli uncini embrionali? La loro posizione (Tav. I, fig. 7, 10) non è fissa; molte volte non se ne vedono che quattro; sono di spesso appaiati; in sostanza conservano la disposizione descritta negli stadi antecedenti: la distanza dall' un paio all'altro è differente nei vari individui. Notevole si è che di spesso si vede uno o due uncini in corrispondenza alla parte posteriore del corpo, già nettamente separato dalla coda per lo strozzamento; s' intende che gli altri sono ancora in corrispondenza alla coda.

La lacuna primitiva, essendosi all' indietro ampliata, viene costantemente a corrispondere in parte alla coda, ed in parte al corpo; di solito poi comincia a restringersi, poco dopo che la coda si è ben delimitata e tende a scomparire. Qualche volta invece dopo questa delimitazione, nella coda raggiunge il suo massimo, cosicchè quest' ultima pare una vescicola a pareti sottili. Notisi che in taluni casi, specialmente alla coda, la lacuna non si scorge già nei due precedenti stadi di sviluppo; ma ciò può essere dovuto a fenomeni di contrazione, potendosi vederla comparire in embrioni, a cui poco prima mancava, e viceversa. Certo si è d'altra parte che, quanto alla sua ampiezza ed all' epoca della sua scomparsa, si danno molte differenze individuali. *La scomparsa definitiva di regola succede alla fine dello stadio che abbiamo poc' anzi segnato come* 5°, tranne alla coda, nella quale ne resta traccia, non di rado, ancora nel cisticercoide maturo.

Dicendo che la lacuna va scomparendo, intendiamo che a poco a poco, viene occupata da cellule migranti (Tav. II, fig. 1, 2, 3) che, fissandosi, formano un tessuto che ha l'aspetto d' un connettivo molle e più o meno nettamente reticolare (lo denominiamo *parenchima molle);* così il liquido che la riempiva in parte resta raccolto negli spazi intercellulari, mentre forse in parte verrà assorbito.

A poco a poco le cellule, che stanno vicine alla cuticula, sono andate assumendo caratteri peculiari *(cellule sottocuticolari)*; non formano però uno strato a sè, continuando invece ad essere un tutto

col parenchima compatto (v. più sotto) e molle. Sono in gran parte alte, fusiformi, verticali, od oblique rispetto alla cuticola, di spesso evidentemente non tutte in un piano, ma irregolarmente quà e là più in dentro, o più in fuori (perciò in certi punti è difficile dire se certe cellule si debbano, o no considerare sottocuticolari); danno prolungamenti ramificati, o no, in ispecie ai due estremi; hanno insomma acquistato particolarità, quali si riscontrano in molti Cestodi.

Le cellule grandi, che abbiamo fatto conoscere nel 3° stadio, durante il 4° si veggono quasi appena alla coda ed al 5° non sono più, neppur qui, evidenti.

Le cellule interne a quelle che abbiamo dette sottocuticolari *(parenchima compatto)*, sono pure per lo più fusiformi; stanno però disposte in molte svariate direzioni, danno svariati prolungamenti, i quali, insieme con quelli delle cellule migrate nella lacuna e delle cellule sottocuticolari, offrono l'aspetto di un reticolo; se veramente vi siano anastomosi di questi prolungamenti è, nel presente, come in molti casi, difficilissimo a determinarsi.

Al quinto stadio compare anche l'apparato escretore, che si limita al corpo, senza punto estendersi alla coda, essendo così forse il movente della caduta di questa parte.

Rapidamente si formano la vescicola di sbocco ed i quattro canali longitudinali; l'anello di congiunzione di questi quattro canali, in corrispondenza alla testa, venne da noi rilevato più tardi, appena cioè al principio del sesto stadio, come pure gli imbuti colle fiammelle vibratili.

Come si forma l'apparato escretore?

Ecco un punto sul quale lavorammo molto, senza un esito pienamente soddisfacente.

Verso la fine del 4° stadio, nel parenchima compatto (Tav. II, fig. 4 e 5), compaiono i quattro canali come tubilli cuticolari, a cui si appoggiano cellule dello stesso parenchima compatto, distinte dalle altre appena perchè a preferenza disposte nel senso della lunghezza del tubillo. La loro comparsa non è preceduta da un allinearsi di cellule, nè da separazione di colonne di cellule.

Contemporaneamente, o quasi, ai canali escretori, compare la vescicola di sbocco, per quanto vedemmo, non per un processo di invaginamento ma, come i canali, per formazione di una lacuna, che compare tappezzata da uno strato cuticolare.

Questa vescicola al suo nascere, in mezzo alle cellule sottocuticolari, è molto stretta, e poi rapidamente diventa ampia; il suo lume ci parve, già *ab initio*, continuarsi con quello dei canali. Qualche preparato ci fa sospettare che dapprima si formi una lacuna di sbocco per ciascuno dei quattro canali, e poi la vescicola risulti dal fondersi assieme di queste lacune.

In complesso dunque riteniamo che l' apparato escretore si formi da cellule sottocuticolari e dal parenchima compatto, che si trovano nei tratti in cui esso (vescicola e canali) *è destinato a comparire. Concludendo: neppure al suo comparire, l' apparato escretore è nettamente separato dal parenchima e dalle cellule sottocuticolari.*

Attorno alla parte posteriore del bulbo del rostello (Tav. II. fig. 6, 8, 12), già al 4° stadio, ma più chiaramente al 5°, le cellule presentansi disposte in modo particolare, difficile a ben definirsi; esse ci indicano con sicurezza il primo rudimento del sistema nervoso.

Appaiono in intimo rapporto colle cellule circondanti la parte anteriore del bulbo, e quindi anche colle cellule sottocuticolari di quella zona anteriore di cellule, circondante il bulbo (*zona peribulbare*) che si è invaginata, come sopra si disse, formando l'allargamento anteriore.

Questo accenno del sistema nervoso non forma una parte ben delimitata in alcun punto, tranneché in corrispondenza al bulbo, mercè lo strato muscolare. Le cellule non ci mostrano neppure speciali caratteri, se si eccettua che di solito assumono alquanto più facilmente le sostanze coloranti.

Pertanto resta dubbio se certe cellule debbano, o no, comprendersi nell' accenno del sistema nervoso, accenno che in certi preparati già appare, benchè imperfettamente, alla fine del terzo stadio.

Dunque questo sistema nervoso deriva da un graduale dif-

ferenziamento di una porzione non ben delimitata del parenchima compatto, la quale però tende forse a mostrare un rapporto intimo colle cellule sottocuticolari dell' allargamento anteriore dell'invaginamento formante il rostello. A lungo abbiamo cercato di stabilirne la derivazione dalle cellule sottocuticolari stesse, ma non siamo riusciti ad ottenere argomenti veramente plausibili: non possiamo neanche assolutamente escludere una siffatta derivazione, perchè le cellule di questi cisticercoidi sono molto piccole, e le figure cariocinetiche sufficientemente chiare sui nostri tagli erano molto rare.

Ripetiamo però qui che le distinzioni da noi fatte di *cellule sottocuticolari, parenchima molle e compatto*, *ci servono per fissare le idee, ma sono appena accennate*, *non ben indicate nella larva in esame, sicchè non esistono confini sicuri tra le parti da noi distinte.*

6. *Stadio.—Modificazione del rostello—Allungamento della coda—Principio dell'introflessione della parte anteriore del corpo nella posteriore.*

Giunto a questo stadio, il cisticercoide quasi non cresce più; anche la coda può non ingrandire ulteriormente; non di raro però continua a crescere, in guisa da superare la lunghezza del corpo. A proposito di dimensioni, è d'uopo notare che vi sono molte oscillazioni individuali, osservandosi cisticercoidi maturi magari l' uno il doppio più grosso dell' altro, e ciò vale anche per la coda. Come varia la grandezza dei cisticercoidi maturi, varia eziandio quella dei giovani. In complesso, quando in una Pulce si trovano pochi cisticercoidi, sono grossi, piccoli invece se numerosi.

Gli uncini embrionali persistono nelle posizioni precedentemente fissate; qualche volta tuttavia non si trovano; forse sono caduti durante la preparazione.

Come già si credette bene di accennare, il canale escretore circolare e le dilatazioni imbutiformi colle flammelle vibratili, si riscontrano appena al principio di questo periodo.

Il rostello va meglio delineandosi. Nulla di nuovo nella muscolatura del bulbo; invece le cellule, che lo riempiono, mutano di carattere e presentano prolungamenti facilmente rilevabili, formando una sorta di connettivo reticolare (Tav. II, fig. 12 e 13).

La parte posteriore dell' invaginazione, cioè al di là dello strozzamento, *(allargamento posteriore)*, perde le punte cuticolari, od uncini embrionali, sicchè resta rivestita di semplice cuticola (Tav, I, fig. 16, e Tav. II, fig. 10). La parte anteriore, al di quà dello strozzamento *(allargamento anteriore)* come già sopra si accennò, distinguesi in due porzioni, una anteriore e l' altra posteriore. La porzione anteriore (che viene ad essere la periferia o bocca dell'invaginazione) presentasi ancora alle volte molto ristretta ed alle volte molto allargata, e persiste ad essere inerme; la porzione posteriore continua a rimaner armata, anzi gli uncini vanno assumendo i caratteri definitivi, cioè alla parte prossimale crescono ed in modo da formare quell' allargamento basilare che è caratteristico degli uncini della *T. cucumerina*.

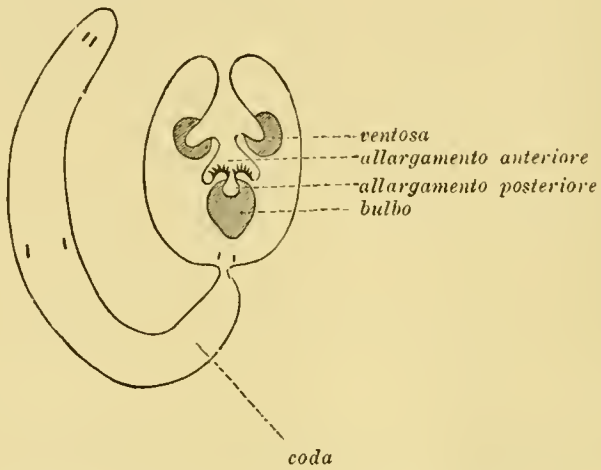
Così resta chiaro come si sviluppa il rostello. La porzione anteriore dell' allargamento anteriore, cioè la periferia o bocca dell' invaginazione, forma nello scolice adulto la *cavità che accoglie la parte libera del rostello*. Il resto dell' invaginazione, insieme col bulbo e col sacco muscolare, diventa il rostello. L'allargamento posteriore, estroflettendosi, viene ad essere la punta del rostello che è sfornita di uncini e può offrire ancora nell' adulto una lieve introflessione; la parte dell' invaginazione provveduta d' uncini, ossia la porzione posteriore dell' allargamento anteriore, diventa la parte del rostello fornita d' uncini; il bulbo ed il sacco muscolare ingrandendo, diventano quelle parti che portano gli stessi nomi nel rostello. Per quanto noi abbiamo potuto rilevare, la muscolatura longitudinale si sviluppa più tardi.

Il rostello è adunque, tutto sommato, una formazione complicata *ab origine;* non è giusto dire che si formi addirittura come è nell' adulto, nè che si formi rovesciato su se stesso.

Intanto che così ben si definisce il rostello, le ventose per un

ulteriore sviluppo della rispettiva muscolatura, diventano capaci di introflettersi, anzi di solito presentansi concave, cosicchè si potrebbe dire che quest' è il loro stato di riposo.

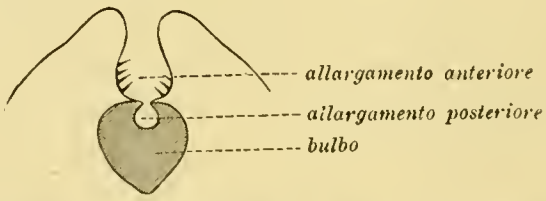
Fig. III. (*Schema*)



Contemporaneamente ai processi or indicati, comincia l' *introflessione, od invaginazione generale* della parte anteriore del corpo in quella posteriore. Questa introflessione è permessa dal parenchima molle, che riempie la lacuna primitiva. A poco a poco si forma così il cisticercoide della *T. ellittica*, quale è stato scoperto dal *Melnikoff* e dal *Leuckart*. (Tav. II, fig. 11; e fig. III e IV.)

Le ventose intanto mantengonsi sempre concave ed acquistano perciò l' aspetto di invaginazioni secondarie; anche il rostello viene ad esserne un' altra invaginazione secondaria.

Fig. IV. (*Schema*)



Noi assistemmo a tutti i momenti di questo processo d' invaginazione generale, che comincia anteriormente, e perciò dapprima lascia li-

bere le ventose: poscia queste appaiono alla bocca dell' invaginazione, più tardi diventano approfondate.

In complesso pare quasi che si tratti di una continuazione del processo, che ha formato l'invaginazione che si descrisse a proposito del rostello.

7. *Stadio—Maturazione del cisticercoide.*

L'introflessione della parte anteriore nella posteriore cresce e raggiunge il suo massimo appena quando il rostello è diventato quasi addossato alla vescicola di sbocco dei vasi acquiferi (Tav. II, fig. 9). Le ventose non soltanto appaiono come invaginazioni secondarie, ma si forma a loro quasi un canaletto di sbocco per una estroflessione secondaria della introflessione generale (Tav. II fig. 14). La bocca dell'introflessione generale presentasi di solito ristretta. (Tav. I, fig. 12).

La coda lunga talora quanto 2-3 volte il corpo, conservasi aderente, ma per un peduncolo molto stretto, cosicchè facilmente distaccasi via, durante la preparazione. Noi crediamo che la sua caduta naturale si verifichi nello stomaco dell'oste definitivo. Essa va perduta senza gemmare ed infatti noi non incontrammo mai in una medesima Pulce coi cisticercoidi adulti, cisticercoidi giovani, nè alcun altro indizio di un processo di gemmazione.

Il cisticercoide introflesso è di solito ovalare, talvolta anche tondeggiante; la sua lunghezza di solito varia da 3 a 4 decimi di millimetro.

Quando si esaminano i cisticercoidi appena usciti dalla Pulce, si trovano quasi sempre introflessi e vivi; sotto al microscopio (Tav. I. fig. 13, 14) si veggono estroflettersi più o meno celeremente; qualche volta cominciano ad estroflettersi e poi si introflettono di nuovo; che, allorquando sono totalmente estroflessi, possano di nuovo introflettersi, è possibile, ma non lo verificammo.

La coda, come già sopra si accennò, è capace di far leggeri movimenti, specialmente quando è staccata dal cisticercoide; si allunga, o si accorcia contemporaneamente assottigliandosi, od allargandosi; non è capace di locomoversi, come non lo è neanche il corpo.

Durante questo settimo stadio il cisticercoide matura.

Gli uncini del rostello ingrandiscono e sono disposti nettamente su 4-5 file. La parte che li sostiene, già nel periodo antecedente, ha cominciato ad estendersi per lasciare loro posto sufficiente; ora cresce sempre più e viene perciò a rivestire anteriormente il bulbo, che nel frattempo offresi piuttosto appiattito ed assai ampio. Il bulbo diventa così quasi cuscinetto su cui riposano muscolatura e cellule sottocuticolari, e la relativa cuticola cogli uncini; resta libera, s' intende, la parte centrale, a cui corrisponde l' allargamento posteriore dell' invaginazione del rostello (Tav. II, fig. 9, 10, 11).

Durante la sopra indicata estroflessione del corpo del cisticercoide, anche il rostello si estroflette (Tav. I. fig. 13, 14, 17; Tav. II, fig. 7) ed allora si vede che il bulbo si allunga e si restringe, assumendo perciò forma ovalare.

Da quanto or ora si è detto, ognuno capisce che anche in questo periodo d' estroflessione, gli uncini coi relativi strati, su cui si appoggiano, delimitano come una calotta alla porzione anteriore del bulbo; calotta che nel mezzo presenta un forellino, il quale conduce nella piccola invaginazione [allargamento posteriore (v. sopra)] propria del bulbo.

Questo rostello del cisticercoide interamente sviluppato, è, per la sua struttura, già eguale a quello della *T. ellittica*, soltanto è molto più piccolo, come è molto più piccolo tutto lo scolice, comprese le ventose, ed anche più gracili gli uncini. Aggiungasi che non vi distinguiamo con sicurezza la muscolatura longitudinale, che diventa molto evidente nella metà anteriore del rostello, quando l' individuo è adulto.

I corpuscoli calcari, come erano andati aumentando di numero negli stadi antecedenti, crescono ancora, lasciando sempre libero il rostello e le ventose, ed in complesso la parte anteriore del corpo.

L' apparato escretore non presenta nulla di nuovo.

L' apparato nervoso è molto evidente specialmente negli individui più grossi e conservati, svaginati che siano, col liquido del *Kleinenberg* e del *Flemming*, e poi coloriti colla ematossilina.

Esso è rappresentato (Tav. III, fig. 26) essenzialmente da tre rigonfiamenti, uno mediano e due laterali, disposti su una linea che corrisponde presso a poco all'indietro della estremità posteriore del rostello, rigonfiamenti riuniti assieme da corta commessura; vedemmo con certezza da ciascuno dei due rigonfiamenti laterali (Tav. III fig. 26, 27; Tav. II, fig. 13) dipartirsi parecchi rami. Uno si dirige all'indietro (nervi longitudinali laterali), due vanno alle ventose (uno a ciascuna delle due ventose vicine), altri due vanno a formare anastomosi con rami simili dell'altro rigonfiamento, cosicchè ne nasce un anello. Esistono altri rami che non abbiamo potuto ben seguire.

Come si è sviluppato questo sistema nervoso? È difficile dirne i particolari; è certo che è derivato, almeno in gran parte, dall'accenno descritto in uno stadio precedente.

Durante questo 7° stadio le differenze tra il parenchima molle e quello compatto di solito vanno scomparendo, mentre cresce relativamente il numero delle cellule nell'uno, e diminuisce nell'altro; così pure pochissimo evidenti sono le differenze tra lo strato sottocuticolare ed il parenchima.

La muscolatura delle ventose contemporaneamente va meglio sviluppandosi.

Quanto allo sviluppo della muscolatura in generale, due sono le modalità che essa ci presenta. Si può sviluppare di guisa che le fibrille muscolari formino uno strato regolare, distinto nettamente da quello dei mioblasti (attorno al rostello e nello strato sottocuticolare), (Tav. II, fig. 4, 10, ecc.), oppure in modo che le fibrille non formino uno strato distinto (quasi tutta l'altra muscolatura).

Nel cisticercoide, per quanto sviluppato, non sono ancora accennati gli organi genitali. Essi compaiono nella Tenia giovane; il loro differenziamento, per quanto finora abbiamo veduto, trova riscontro in quello descritto dallo *Schmidt* per altri Cestodi (1).

(1) In *Zeitsch. f. wiss. Zoolog. XLVI. Bd. 1888—Beitäge z. Kennt. d. Entwick. d. Geschlechtsorgane einiger Cestoden.*

B. TAENIA MURINA

Noi ne abbiamo ottenuti importanti stadi di sviluppo nello spessore del villi intestinali, e precisamente in una cavità, che riteniamo la cavità linfatica centrale del villo, molto dilatata; ordinariamente se ne trova un solo in un singolo villo, qualche rara volta due; stanno di regola orientati in modo che secondano più o meno nettamente l' asse longitudinale del villo, e, precisando, vi sono innicchiati in modo che colla estremità posteriore (quella che porta gli uncini embrionali), guardano verso la punta del villo e colla estremità anteriore la base. (Tav. III. fig. 25).

In complesso i cisticercoidi della *T. murina* sono molto piccoli, di gran lunga più piccoli di quelli della *T. ellittica*.

Il primo stadio da noi studiato è quello d' embrione esacanto, (Tav. III, fig. 4, 5, 6, 7, 10, 11) talvolta ovalare, di solito a forma di girino, cioè con un *corpo* ed una *coda;* può presentare già una lacuna primitiva, piuttosto ampia, che, quando l' embrione ha forma di girino, viene ad essere in corrispondenza alla parte posteriore del corpo e talora anche alla coda (Tav. III, fig. 8, 9). Gli uncini embrionali si trovano in generale sulla coda, qualche volta anche sulla parte posteriore del corpo; sono appaiati ed hanno le punte delle falci rivolte come nella *T. ellittica*.

È difficile di isolare questi embrioni intatti; molte volte presentano forme irregolari, prominenze ecc. (V. le sopracitate fig. 5, 6, 7, 11 della Tav. III.)

Nel bel mezzo del corpo possono esserci uno, due o tre corpuscoli calcarei.

Sui tagli, gli embrioni in discorso possono presentarsi più o meno curvi, od anche gibbosi.

Si mostrano fatti da cellule irregolarmente disposte (blastema), tutte minutissime, eccetto poche, poste specialmente in corrispondenza alla coda ed alla lacuna primitiva. (Tav. III, fig. 14).

Una muscolatura sotticuticolare non venne da noi distinta nè in questo, nè in ulteriori stadi.

Il secondo stadio da noi esaminato a fresco, mostra ancora la lacuna ed invece alla parte anteriore un infossamento, che sulla sezione ottica longitudinale è a forma di ipsilon, perciò deve essere una invaginazione a bocca ristretta, dal cui fondo sorge una papilla (Tav. III, f2).

Si notano oltre a ciò, di solito poco distintamente, ma chiaramente in certi embrioni bene isolati, quattro punti, in cui le cellule sono disposte in modo da indicare quattro masse tondeggianti. I tagli di questo stadio (Tav. III, fig. 15, 16), confermano la presenza delle quattro masse tondeggianti; là dov' era l' infossamento ad ipsilon, che nelle nostre sezioni, pur troppo riuscite sempre oblique, non si vede mai bene, notasi un altro accumolo di cellule. Certo è che questo accumolo di cellule coll' infossamento ad ipsilon, rappresenta l' accenno del rostello. Noi siamo stati a lungo esitanti nell' interpretare le altre quattro masse di cellule come accenni delle ventose, potendo qualche volta, per alterazioni dell' embrione, comparir masse simili in regioni lontane da quelle delle ventose; però alla fine il costante apparire delle quattro masse in molti esemplari, osservati a fresco e sui tagli, ci ha persuaso che esse esistono veramente nell' embrione in condizioni normali.

Perciò questo secondo stadio di sviluppo è caratterizzato dalla formazione del rostello e delle ventose, accenno precoce, come nella *T. ellittica;* vogliamo aggiungere che forse il primo ordinarsi delle cellule per formare il rostello è precedente a quello delle cellule per formar le ventose.

Nello stadio successivo, (Tav. III, fig. 17, 18, 20), si trova che la parte anteriore del corpo si è invaginata nella posteriore; la lacuna primitiva è perciò diventata quasi virtuale, od almeno con pochissimo liquido tranne all' indietro, in corrispondenza, cioè, alla coda; quivi si conserva ampia e può contenere qualche cellula a prolungamenti molteplici. Del resto la coda resta breve e porta gli uncini embrionali. (Questi ultimi fatti non si rilevano dalle nostre figure, che rappresentano tagli riusciti un po' obliqui).

Lo stadio in discorso, non tenendo conto di questa coda, ri-

produce la forma d' una gastrula. S' intende che qui ed altrove ci riferiamo alla *semplice forma*, non trattandosi affatto di una gastrula. Come appunto in una gastrula, distinguiamo una *bocca*, una *cavità gastrulare (gastrocele)*, *due pareti*, una *esterna* e l' altra *interna*; tra le due pareti sta l' angusta *laeuna primitiva* (il *blastocele*).

La parete esterna è molto sottile e risulta quasi dapertutto di uno strato irregolare di cellule, più o meno piatte e d'una sottile cuticola, esterna rispetto a questo strato.

La parete interna è irregolare, spessa; si vede tappezzata internamente di cuticola. I gruppi di cellule indicanti le ventose sono introflessi, formando quindi delle ben distinte cavità secondarie, rispetto alla cavità gastrulare, a poco distanza dalla bocca.

Il rostello conserva la figura che aveva nello stadio precedente, ma è al centro della parete interna: perciò più arretrato delle ventose.

In stadi successivi (Tav. III, 19, 21, 22) le ventose si trovano portate all' indietro, sempre però come cavità secondarie, mentre il rostello comincia a rialzarsi e sporgere nella cavità gastrulare; intanto la bocca va restringendosi e finisce per chiudersi.

In uno stadio ulteriore anche le ventose si sono rialzate, presentansi però sempre introflesse (Tav. III, fig. 23). Ora lo scolice è formato; un collo o peduncolo l' attacca alla parete interna; la bocca è chiusa e si è formato un vero coalito tra le parti che la delimitavano; resta però una striscia di cuticola a testificare la sua preesistenza.

Il rostello intanto ha mutato poco, tranne che le parti sono più evidenti; gli mancano ancora gli uncini; alle volte presentasi estroflesso (Tav. III, fig. 24).

Non avendo potuto sezionare ulteriori stadi di sviluppo, non possiamo ben indicare come si formino le singole parti del rostello, quale è nell' adulto; a noi pare che la papilla sorgente dal fondo della cavità a sezione ottica di ipsilon (ossia della cavità ristretta in avanti) dia luogo alla formazione del rostello e che la cavità stessa si trasformi nella cavità in cui viene a stare la parte libera

del rostello (Tav. III, fig. 3). Comunque sia, il suo modo di sviluppo è differente da quello della *T. ellittica*, e forse in complesso siamo davanti ad un processo semplice o semplificato.

La coda persiste quasi immutata, conservando gli uncini embrionali.

In uno stadio successivo da noi esaminato appena a fresco, sono apparsi anche gli uncini dello scolice e l'apparato escretore (Tav. III, fig. 13).

Più tardi ancora, si trovano, attaccati all'epitelio dei villi, le giovani Tenie col collo piuttosto lungo, non ancora segmentato; allora esse sono in tutto e per tutto paragonabili ai cisticercoidi della *T. ellittica* svaginati, astrazion fatta però della coda. Evidentemente per trovarsi nell'indicata posizione, hanno dovuto abbandonare il villo che le ospitava, al periodo di cisticercoide.

C. TAENIA CUNEATA

Abbiamo sezionati soltanto un piccolo numero di cisticercoidi della *T. cuneata;* erano interamente sviluppati. Essi stavano in uno strano tessuto connettivo, ricco di vasi, che riempie la cavità del *typhlosolis* del *Lumbricus (Allolobophora) foetidus;* a differenza dei cisticercoidi precedentemente descritti, che non hanno cisti avventizia, quello della *T. cuneata* ne possiede una spessa, evidentemente formata dall'oste. Essa consta di una capsula amorfa, dalla cui superficie interna dipartonsi numerosi sepimenti a distanze regolari, i quali si comportano in modo che vengono a limitare tante concamerazioni ripiene di cellule, come dimostra la figura (Tav. IV, fig. 11) In complesso questa cisti risulta di un tessuto simile a quello che riempie il *typhlosolis.*

Dentro alla cavità da essa delimitata, trovasi il cisticercoide, che è molto piccolo (è lungo circa 3, 4, 5 ventesimi di millimetro): ha figura di una gastrula. Anche qui distinguiamo, come in una gastrula, una cavità gastrulare ed una bocca, due pareti, una esterna e l'altra interna, e tra le due pareti una lacuna primitiva.

Il cisticercoide, procedendo dall' esterno all' interno, è fornito di una spessa cuticola, di uno strato muscolare sottocuticolare, molto accentuato, d' uno strato di connettivo reticolare *(par. est.)* ed infine di uno strato connettivo pur reticolare, ma a cellule più addossate *(par. int.)*, e rivestito internamente di cuticola.

Tra i due strati connettivali che a fresco, perchè molto ricchi in corpuscoli calcari, non si distinguono bene, su certe sezioni, vedesi angusta la lacuna primitiva, su certe altre non si vede affatto, su altre infine esiste piuttosto ampia, ma osservansi fibrille che lo attraversano e congiungono assieme i due strati.

La lacuna primitiva dunque si può ritenere esistente, ma quasi virtuale, o, se si vuole, rudimentale.

Perciò, tenendo il confronto colla gastrula, gli strati al di là della lacuna formano la parete esterna, quelli al di quà la parete interna. La bocca è stretta e, come si capisce, in corrispondenza ad essa la parete esterna si continua nella interna. Si è detto che la parete interna è tappezzata da cuticola, eccettuiamo però la parte di mezzo, ossia direttamente opposta alla bocca; quivi sorge lo scolice, che presentasi estroflesso, ossia come nella Tenia adulta, e guarda coll' estremità anteriore la bocca; esso va fornito di uno stretto collo, riempie quasi tutta la cavità gastrulare e si presenta continuo colla parete interna in corrispondenza del punto, in cui sorge. Nello scolice è notevole che le quattro ventose non sono ad egual distanza l' una dall' altra, ma avvicinate due a due.

Come risulta dalla breve nostra descrizione e dalle annesse figure, il cisticercoide in discorso è caratterizzato dalla mancanza di coda, dalla bocca pervia, dalla lacuna primitiva rudimentale, e dalla semplicità degli strati che lo compongono.

D. TAENIA PROGLOTTINA.

Il cisticercoide della *T. proglottina* è lungo circa 6-8 ventesimi di millimetro; benchè in generale più grosso, è simile a quello della

cuneata; i caratteri principali che lo distinguono sono i seguenti: (Tav. IV, fig. 7, 8, 9).

1.° Il cisticercoide della T. proglottina risulta degli stessi strati enumerati per la *cuneata*, colle differenze però che lo strato cuticolare esterno è molto delicato, ed al posto della lacuna primitiva vedesi un tessuto lamellare; in certi preparati *in toto* si osservano traccie di una lacuna (naturale od artificiale?) al di fuori ovvero tra questi strati lamellari, traccie che mancano in molti altri e su quasi tutte le sezioni; in ogni modo è incerto il confine tra le pareti interna ed esterna.

2.° Talvolta il cisticercoide della T. proglottina presenta ancora gli uncini embrionali, quattro quasi a metà della lunghezza, due all' estremità posteriore; i quattro sono disposti a due a due, come si vede dalla figura (Tav. IV, fig. 7.).

Di questo cisticercoide osservammo anche parecchi stadi giovanili, tra cui uno (Tav. IV, fig. 10) in cui esisteva una coda breve, portante il paio posteriore di uncini: questa coda viene assorbita dal cisticercoide stesso, come dimostra il fatto che non ne resta più traccie nell' adulto, mentre vi rimane il paio posteriore di uncini; aggiungasi che noi cercammo invano le traccie di queste code nell' oste, con molteplici sezioni di organi, che erano pieni di questi cisticercoidi; soltanto in un caso la potemmo vedere e piuttosto lunga, ciò che devesi forse spiegare come anomalia.

Di solito il cisticercoide in discorso non ha capsula avventizia, cioè fatta dall' oste; qualche volta però la possiede, benchè imperfetta.

E. TAENIA LEPTOCEPHALA.

Questo cisticercoide da noi osservato soltanto allo stadio di maturanza, può trovarsi libero, oppure essere provveduto di una capsula avventizia connettivale, evidentemente derivata dall' oste (Tav. IV, fig. 1).

Ha le dimensioni presso a poco di quello della *T. ellittica* e-

stroflesso. Offre la solita figura di gastrula, ma è fornito di una lunghissima coda (Tav. IV, fig. 4, 5). Tenendo il confronto colla gastrula, distinguiamo anche nel caso presente (tav. VI, fig. 4, 5, 6), una cavità gastrulare ed una bocca, una parete *(par. est.)* esterna ed una interna *(par. int.)* e, fra queste, una angusta lacuna *(lac.)*; la coda dipartesi, anche nel caso attuale, dal polo aborale. La parete esterna e l'interna sono molto differenziate (Tav. IV, fig. 2, 3.) L'esterna, progredendo dagli strati superficiali ai profondi, risulta di una spessa cuticola, fornita di pori-canali, d'uno strato di cellule fusate, quasi cilindriche, d'uno strato fibrillare (muscolare?) circolare, d'uno strato di cellule molto allungate, disposte nel senso della lunghezza del cisticercoide ed infine di uno strato lamellare: veramente strana si è la circostanza che lo strato di cellule fusate non è completo, ma limitasi a formar due striscie: precisando, il cisticercoide è alquanto appiattito, sicchè i tagli trasversali hanno quasi figura ellittica e le due striscie corrispondono ai poli dell'asse maggiore dell'ellisse (Tav. IV, fig. 2.)

La parete interna consta d'uno strato di connettivo reticolare, ricco di cellule e di corpuscoli calcari, ed è tappezzata internamente di cuticola, tranne il punto aborale, da cui sorge lo scolice su un peduncolo non tanto stretto. La lacuna primitiva sui preparati buoni è ben distinta, e rilevasi anche a fresco coll'azione dell'acido acetico; manca in corrispondenza alla coda. Lo scolice tiene la posizione, che occupa quello della *T. cuneata* e *proglottina*. La bocca è angusta; qui al solito la parete esterna si prolunga nell'interna. I quattro vasi acquiferi si ripiegano dallo scolice sulla parete interna, descrivendo perciò anse ascendenti (Tav. IV, fig. 6).

Gli uncini embrionali sono spesse volte evidenti; quattro sono di solito sulla coda, due sulla parete esterna là dove confina colla coda (Tav. IV, fig. 4).

Siccome alle volte abbiamo trovato questa coda ramificata, ed altre volte (nella *Anisolabis)* i cisticercoidi riuniti per le code a gruppi di 3-4, siccome talora nell'*Akis spinosa* ad un cisticercoide di grandezza ordinaria stava attaccato un cisticercoide piccolo (la parte po-

steriore della coda dell' uno era fusa colla stessa parte dell'altro); così pensiamo che in certi casi il cisticercoide della *T. leptocephola* possa proliferare.

Notevole si è che gli or ricordati cisticercoidi che ne portavano uno piccolo, ma anche molti altri che ne andavano privi, eran morti, avendo subito una speciale degenerazione, per cui avevano assunto un color giallo bruno, e la struttura non era ben rilevabile, specialmente nei piccoli. In questi casi, riscontrati però soltanto nell' *Akis spinosa*, la capsula avventizia era presente e molto spessa: notisi che i cisticercoidi vivi ci si presentarono incapsulati appena nell' *Anisolabis* (1).

F. TAENIA INFUNDIBULIFORMIS.

Questo cisticercoide della *T. infundibuliformis* vive libero nella cavità addominale delle Mosche (Tav. IV, fig. 15, 16, 17).

Rassomiglia (Tav. IV, fig. 14) a quello della *T. cuneata*, ma se ne distingue perchè la cuticola è più sottile, e la lacuna primitiva ben delimitata. Spesse volte al microscopio lo scolice si libera dal resto del cisticercoide trascinando seco estroflessa la parete interna (V. sopracitata fig. 15).

Trovammo altri cisticercoidi nuovi, che non abbiamo ancora potuto studiar bene; li enumeriamo brevemente.

1° uno con circa 20 uncini definitivi, nel fegato dell' *Ascalabotes mauritanicus*.

2° uno in una *Trogosita* (sp. ?)

3° uno nella *Blatta (Heterogamia) aegyptiaca*, con circa 12 uncini.

4° due nell' *Anisolabis annulipes* (uno con circa 15 uncini,

(1) Recentemente il D.r Calandruccio ha trovato uno stadio di sviluppo del *C.* della *T. leptocephala*, dal quale risulta che anche nella T. leptocephala la formazione del rostello e delle ventose precede l' invaginamento, come nella T. ellittica e murina.

l' altro con circa 25, probabilmente quest' ultimo appartenente alla *T. microstoma).*

5° uno nell' *Akis spinosa* con circa 20 uncini (Tav. IV. fig. 18)

Quasi tutti avevano una coda più o meno spiccata; tutti poi si riducevano facilmente alle forme presentate da quelli delle T. *cuneata* e *leptocephala.*

CAPITOLO II.

UNITÀ DI TIPO DEI CISTICERCHI E CISTICERCOIDI—AFFINITÀ DEI CESTODI TRA DI LORO E COGLI ALTRI PLATELMINTI — STATO DELLA QUESTIONE, PRIMA DEI NOSTRI STUDI E DOPO DI ESSI.

Noi ci studieremo di determinare l' unità di tipo dei cisticerchi e dei cisticercoidi, riducendoli tutti ad una forma semplice, e poi passeremo a discutere le affinità dei Cestodi tra di loro e cogli altri Platelminti. Per questo secondo scopo, le nostre ricerche si limitarono alla embriologia dei Cestodi, la quale, confessiamolo francamente, ci pareva un argomento appena sfiorato, mentre la loro anatomia è relativamente ben nota.

Nella nuova edizione dell' opera classica del *Leuckart*, si trova accuratamente raccolto, può ben dirsi, tutto quanto si sa sullo sviluppo dei Cestodi (1): sarebbe quindi inutile che qui volessimo largheggiare in citazioni. Ci limiteremo perciò a toccar brevemente quei punti che a noi più premono, in quanto che valgono a mostrare in quale stato abbiamo trovata la questione.

Chi ci ha preceduto, ha studiato quasi esclusivamente i cisticerchi; sui cisticercoidi possediamo appena ricerche molto frammentarie, o semplici induzioni. Dice benissimo il *Leuckart,* che nessuno ha ancora seguito lo sviluppo di un cisticercoide *(Niemand, auch Moniez nicht, hat bisher gesehen wie der Cysticercoid aus dem Embryo hervorgehet;* op. cit. pag. 980, 1886): si conoscono più o meno

(1) Non si dimentichi di consultare le aggiunte che si trovano alla fine del primo volume e che riguardano la letteratura fino al 1887.

bene parecchi cisticercoidi: di quello del *Tenebrio molitor*, come è noto, lo *Stein* ha descritto parecchie fasi, ma pur troppo le osservazioni di questo egregio zoologo datano da un' epoca relativamente remota, sono imperfette ed insufficienti nello stato attuale delle nostre cognizioni. Il *Villot* ha descritto parecchi cisticercoidi nuovi, ed ha tentato di classificare cisticerchi e cisticercoidi in base ad induzioni derivate dalla loro struttura; questa embriologia induttiva ha però portato a conclusioni molto strane, e poco accettabili già *a priori*, come vedremo meglio più sotto.

Non occorre aver fatto studi speciali in argomento per persuadersi che la storia dello sviluppo dei cisticerchi non poteva fornir lumi per la filogenesi. Fa bisogno che ricordiamo come si sviluppa un cisticerco?

Giusto quanto già aveva intravveduto il *Göze*, ed ha meglio verificato il *Wagener*, e meglio ancora il *Leuckart*, lo scolice si sviluppa nella vescicola del cisticerco *cavo ed uniformemente rovesciato*, cioè nasce cavo ed invaginato nella vescicola materna *(Leuckart)*: le conclusioni contrarie del *Moniez* (vi torneremo in avanti), sono basate su ricerche incomplete *(Leuckart* ed altri).

Possiamo brevemente riassumere il processo come segue: si forma una vescicola, che noi denominiamo *vescicola primitiva*, ripiena di liquido e colla parete fornita di muscolatura, vasi escretori ecc.

Una parte di questa vescicola forma un invaginamento o, come si suol dire, uno zaffo cefalico, in forma di capezzolo cavo. (Il termine di zaffo cefalico non è del tutto proprio, perchè esso forma anche il tronco del Verme).

Il fondo di questo invaginamento si trasforma direttamente nella testa del Verme solitario; il resto dell' invaginamento fornisce il tronco dello stesso; le ventose ed il rostello originano come invaginamenti secondari. Perciò il Verme solitario nasce capovolto all' indietro, nasce rovesciato su sè stesso e cavo, in guisa che la superficie esterna, o cuticolare, presentasi interna. Prendiamo un Verme solitario non ancora segmentato e supponiamo di poterlo ro-

vesciare su sè stesso uniformemente, partendo dal polo anteriore ed avvicinandosi man mano a quello posteriore: lo avremo così nello stato in cui si sviluppa.

Il resto, cioè gran parte della vescicola che non ha partecipato alla formazione dell' invaginamento, e perciò viene ad essere una parte circondante quella invaginata, costituisce un semplice apparato larvale; essa cade al subentrare della forma adulta.

Ma anche il tronco, che nel periodo larvale si sviluppa, benchè possa essere già fornito di proglottidi, cade una volta che il cisticerco si è fissato all' intestino.

Se la distruzione del tronco e della parte non invaginatasi della vescicola entra facilmente in quanto già è noto sullo sviluppo degli animali, invece lo svilupparsi dello scolice *rovesciato* e *cavo*, costituisce un processo oltremodo strano e la cui spiegazione riesce quasi impossibile, ed in ogni caso eccessivamente fantastica. Appunto perciò il *Moniez* (1) ne riprese lo studio e, basandosi su alcuni stadi, credette, come già si accennò, di poter contraddire il concetto generalmente accettato: egli avrebbe trovato che lo scolice del Verme solitario nasce già in principio colla sua disposizione e forma definitiva. Ciò che si denomina zaffo cefalico, è, per il *Moniez*, una semplice vagina, dal cui fondo il capo viene a sollevarsi, come una sporgenza solida. Mentre il *Leuckart* denomina *receptaculum capitis* una porzione della vescicola, che si differenzia in modo speciale e circonda lo zaffo cefalico (porzione con confini quasi sempre non ben determinati), invece il *Moniez* sotto questa denominazione, oltre alla or detta porzione della vescicola, comprende lo zaffo cefalico. È il fondo del *receptaculum capitis*, scrive questo autore, che, sollevandosi, forma lo scolice, già così disposto, come si osserva nel Verme solitario adulto.

Ma evidentemente ha ragione il *Leuckart* di sostenere che al *Moniez* debbono esser sfuggiti stadi molto importanti, ciò che provano chiaramente la nuova edizione dell' opera del grande elminto-

(1) Op. cit.

logo tedesco e le ricerche del *Raum* (1) e del *Vogel* (2). Anche il *Crety* (3) vuol confutare il *Moniez* mercè ricerche limitate al solo stadio (del resto già disegnato e descritto nella seconda edizione dell' opera del *Leuckart)*, in cui lo scolice è rovesciato indentro. Però questo stadio, dopo le nostre ricerche, non può ritenersi provativo, poichè, come si rileva dalla parte speciale e si ripeterà brevemente più sotto, lo scolice può nascere diritto e secondariamente rovesciarsi.

In ogni caso resta assodato che lo scolice si sviluppa cavo e, come si dice, rovesciato sopra sè stesso.

Che questo modo di sviluppo rappresenti una vera falsificazione (ci si permetta di continuare ad usare il termine proposto dall' *Haeckel)* dei processi embriologici, è facilmente ammissibile; ma di stabilire quali erano le condizioni primitive, ecco il punto difficile.

La poca esperienza da noi acquistata ci ha persuasi ad adottare un vecchio assioma che, anche in questo caso, ha mostrato il suo valore: invece di fantasticare sulle forme complesse, conviene cercar forme semplici e far punto di partenza dalle condizioni meno complicate. Ecco perchè volendo noi tentare di rischiarare i cisticerchi, sapendo oramai che tutti si comportano uniformemente, li lasciammo dapprima in disparte e tentammo di aprirci una via col mezzo dei cisticercoidi.

I cisticercoidi (intendiamo per tali col *Leuckart* forme giovanili, che in complesso corrispondono ai cisticerchi delle *Taeniadae*, ma se ne differenziano soltanto per la piccolezza e la mancanza o scarsezza di liquido nella vescicola) offrono condizioni molto svariate, alcune però relativamente semplici. Come è già stato di sopra accennato, pochissimo è noto sul loro sviluppo. Il *Leuckart* in complesso ritiene che il cisticercoide si sviluppi come il cisticerco: però deve ammettere la possibilità, il dubbio d' uno sviluppo differente,

(1) *Beiträge z. Entwick. d. Cysticercoiden. Inaugural Dissertation.* Dorpat. 1883.
(2) *U. Bau u. Entw. des* Cyst. fasciolaris. *Ed. Zickfeld. Osterwieck* (Harz) 1888.
(3) Atti Accad. Med. Roma. Vol. III. 1887.

vale a dire semplice, e ciò in base alle osservazioni insufficienti del *Gruber* (1) sopra il cisticercoide d' un *Cyclops*. In complesso anche i *Tetrarhynchus (Rhynchobothridae)* offrono, secondo il *Leuckart*, un cisticercoide che si sviluppa come quello delle *Taeniadae;* del pari si comporterebbero le *Phyllobothridae*.

Quanto alle *Bothriocephalidae*, l' unica forma, di cui noi conosciamo sufficientemente lo sviluppo, è l' *Archigetes Sieboldi*, che in condizione di cisticercoide diventa sessualmente maturo; esso si sviluppa direttamente, benchè i particolari non siano ancora ben precisati; la parte anteriore dell' embrione esacanto si trasforma nella testa e nel tronco, la posteriore nella coda. Qui si tratta, secondo il *Leuckart*, di una semplice gemmazione esterna, una gemmazione che, per chi non conoscesse gli altri Cestodi, sarebbe nient' altro che un accrescimento. Quanto alle altre *Bothriocephalidae*, bisogna ammettere col *Leuckart*, che le nostre cognizioni sono troppe imperfette per azzardarci a tirare delle conclusioni.

Il fatto dell'*Archigetes* assume maggiore, o minore importanza, a seconda della posizione, che accordiamo nel sistema alle *Bothriocephalidae*.

Sono le *Bothriocephalidae* forme più prossime ai Cestodi primitivi, ovvero più delle altre ridotte? Precisiamo, per quanto è possibile, questi punti, anche per delineare il vero valore, che si deve concedere ai cisticercoidi da noi studiati.

Ma qui dobbiamo premettere alcune considerazioni sul gruppo dei Cestodi; esso non è relativamente molto eterogeneo; noi crediamo col *Leuckart* che si possa dividere in quattro famiglie, o subordini, che si preferisca nominarli:

Tetrarhynchidae (Rhynchobothridae) Phyllobothridae, Taeniadae, Bothiocephalidae (Bothriocephalus, Ligula, Archigetes, Amphilina, Amphiptyches ecc.*)*

Il primo gruppo è caratterizzato da quattro lunghe proboscidi, da quattro robuste ventose periferiche (alle volte concrescenti due a due), e da un rudimento di ventosa terminale.

(1) Op. cit.

Le *Phyllobothridae* possiedono quattro ventose periferiche (raramente soltanto due) grandi e mobili (che possono portare alla loro estremità anteriore degli uncini) ed una ventosa terminale, talvolta rudimentale.

Le *Taeniadae* hanno quattro ventose periferiche molto robuste e mobili, ed un rostello terminale con uncini, talvolta anche senza, rostello che può eziandio ridursi. Notisi che tra le *Taeniadae* e le *Phyllobothridae* esistono forse delle forme quasi di passaggio (Tenie degli Uccelli a botrie armate, *Taenia proglottina,* le cui proglottidi si isolano ancora immature ecc.)

Nelle *Bothriocephalidae* l' apparato di attacco è limitato a due fossette longitudinali, poco mobili (in rapporto con ciò una riduzione della muscolatura e del sistema nervoso), talora appianate di tal guisa che si possono appena considerare come formazioni indipendenti; soltanto di rado, all' estremità anteriore del corpo, si trovano uncini.

In complesso assistiamo ad una complicazione andando dalle *Bothriocephalidae* alle *Tetrarhynchidae*, complicazione che non è limitata soltanto allo scolice, ed infatti, p. es. nelle *Bothriocephalidae,* la segmentazione è spesse volte solamente accennata, o manca interamente, ed allora il tronco colla testa sono fusi assieme; nelle *Taeniadae* le proglottidi si separano di regola appena quando sono mature, mentre nelle *Phyllobothridae* ciò avviene ancora quando sono immature, sicchè maturano indipendentemente dallo scolice ecc.

Certo è dunque che le Bothriocephalidae sono i Cestodi i più semplici che si conoscano: si domanda però ora se questa semplicità sia primitiva, od altrimenti se, invece che forme primitivamente semplici, non siano forme semplificate. A chi tenta di sciogliere questo problema, occorre tener presente una circostanza, ed è che alcune *Bothriocefalidae,* specialmente per la loro organizzazione si accostano più delle *Taeniadae* ai Trematodi.

Ciò condurrebbe a farle credere forme primitive, e quindi a ritener primitiva anche la condizione dell'*Archigetes.*

Il *Leuckart* ha ammesso una parte di questa conclusione; se-

condo lui, se bene lo intendiamo, l'*Archigetes* dovrebbe valere come forma primitiva quanto all'ospite unico; ma però in quanto non assume il carattere di una colonia (il capo non è separato dal tronco), esprimerebbe uno sviluppo accorciato. Riservandoci di toccar questi due punti in altre parti del presente lavoro, ora aggiungeremo però che, riguardo allo svilupparsi senza l'invaginamento caratteristico dei cisticerchi e dei cisticercoidi, il *Leuckart* non si pronunzia chiaramente.

In ogni modo la considerazione che il capo delle *Bothriocephalidae* in generale e dell'*Archigetes* in speciale, è più o meno insignificante, molto semplice e senza la ventosa terminale (eccetto nelle Amphilinae ecc.) mentre si sa che quest'ultima è omologhizzabile (v. più avanti) alla ventosa orale dei Trematodi, può indurre a credere che il mancato invaginamento sia condizione secondaria, esprima cioè accorciamento di sviluppo.

Come si rileva, *non possiamo dare con piena sicurezza all'Archigetes quella importanza che richiederebbe il suo nome (progenitore).*

Quanto all'antichità di questa forma, è fatto importante, come nota il *Leuckart*, che essa si trovi in un *Invertebrato;* è anche importante rilevare che le *Amphilinae* (che possono forse considerarsi botriocefalide relativamente primitive) abitano nello Storione, Pesce antico, ma di ciò non bisogna esagerare il valore, come ci suggerisce la circostanza che nei Selaci, che sono ancora più antichi, vi hanno Cestodi molto differenziati (Tetrarinchi, Fillobotri).

Per questi dubbi sull'*Archigetes* (sui quali avremo occasione di tornar ripetutamente più sotto) ed anche per la lontananza a cui esso sta, rispetto alle Tenie, incerta era la luce che ne veniva ai cisticerchi ed ai cisticercoidi. Nello studio di altri cisticercoidi semplici era dunque riposta la speranza di rischiarare lo sviluppo dei Cestodi, e specialmente quello del cisticerco.

La testa delle Tenie è fornita anche di un rostello, che si può ritenere un perfezionamento della ventosa terminale, quale si trova p. es. nello *Scolex polymorphus*. Siccome quest'ultima, colla circostante muscolatura, rappresenta un carattere trematoideo (cioè ventosa

orale, e muscolatura della faringe dei Trematodi), così era sperabile che negli embrioni delle *Taeniadae*, per poter dar luogo allo sviluppo di un apparato più perfezionato, comparisse più nettamente lo *stomodaeum* dei Trematodi.

Quest' era un' altra ragione che ci induceva a studiare i cisticercoidi delle *Taeniadae*.

Le nostre presunzioni teoriche furono coronate da un certo successo, come ora subito esporremo.

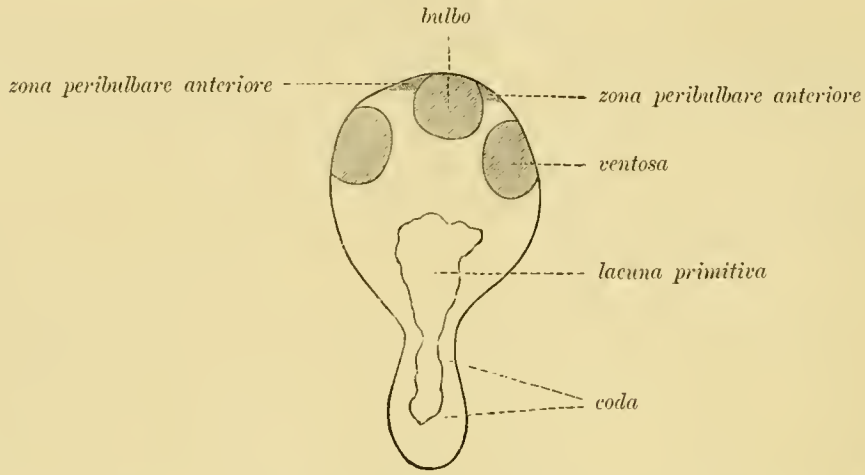
Dopo molto cercare, abbiamo scoperto parecchi cisticercoidi, tra cui uno molto semplice. Naturalmente su quest'ultimo facemmo le nostre ricerche, che poscia furono estese a forme più complicate. Siamo così arrivati a conclusioni, le quali rischiarano la formazione dei cisticerchi e stabiliscono nuovi rapporti tra i Trematodi ed i Cestodi, e così anche la posizione dell' *Archigetes* diventa assai più chiara.

Riassumiamo prima quanto ci ha rilevato il cisticercoide semplice, che è quello della *T. ellittica;* vediamo quindi come si comportano gli altri cisticercoidi da noi studiati, e che posto vengono a pigliare quelli prima di noi noti ed i cisticerchi: si determinerà così la nostra posizione di fronte ai concetti del *Leuckart* e del *Villot*. Passeremo infine alle affinità dei Cestodi coi Trematodi, e conseguentemente anche alla questione dei foglietti embrionali dei Cestodi.

L' embrione esacanto, costituito da una massa di cellule uniformi, si tramuta in una vescicola (VESCICOLA PRIMITIVA) *a cavità eccentrica* (LACUNA PRIMITIVA), *e perciò a parete di vario spessore e, più precisamente, spessa nella metà anteriore, assottigliata nella posteriore, a cui corrispondono gli uncini. La lacuna primitiva è piena di liquido; si può ritenere che si formi per spostamento di cellule; man mano che la lacuna cresce, la vescicola ingrandisce.*

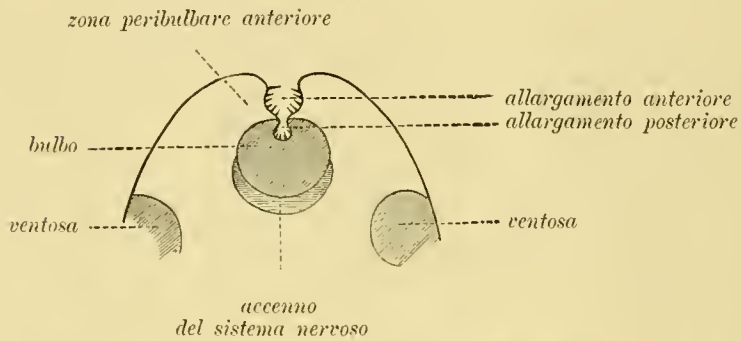
La parte anteriore della vescicola diventa il CORPO, *la posteriore la* CODA. *Il corpo ispessisce sempre più, acquista il rostello e le ventose, e diventa un tutto insegmentato, che rappresenta* TESTA *e* TRONCO *del futuro Verme solitario.*

Fig. I. (*Schema*)



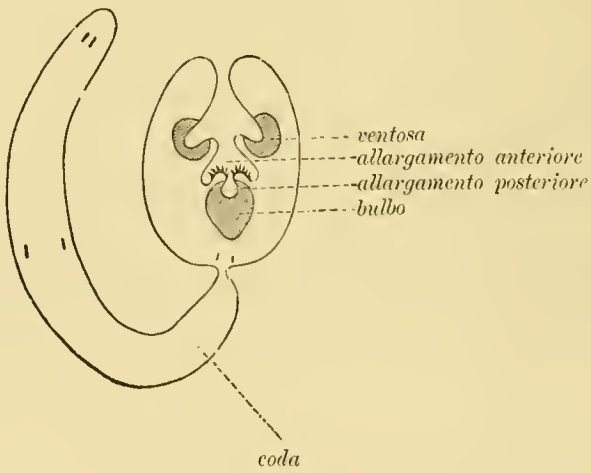
L' accenno del rostello precede di pochissimo quello delle ventose. Il suo sviluppo è molto complicato. Distinguesi dapprima il bulbo colla

Fig. II. (*Schema*)



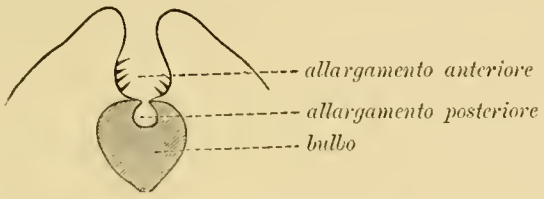
relativa muscolatura, all' estremità anteriore dell' embrione; la parte anteriore della superficie del bulbo viene fatta dalla superficie generale

Fig. III. (*Schema*)



del corpo, e perciò è rivestita di cuticula e libera; il resto del bulbo giace in mezzo a cellule ammassate senza una distinguibile stratifica-

Fig. IV. (*Schema*)



zione. La parte anteriore del bulbo, rivestita, da quanto si disse, di cuticola, introflettesi trascinando seco anche le cellule (insieme colla cuticola e colla muscolatura sottocuticolare corrispondente) adiacienti a questa stessa parte anteriore. — Denominiamo per brevità ZONA PERIBULBARE ANTERIORE, *le cellule in discorso insieme colla cuticula e colla musculatura. — L'introflessione presenta subito uno strozzamento, per cui vi si distinguono due allargamenti, uno anteriore, (corrispondente alla zona peribulbare anteriore), e l'altro posteriore (corrispondente al bulbo), amendue rivestiti di punte cuticolari (uncini rudimentali), le quali mancano però nel luogo della strozzatura. L'allargamento anteriore cresce, ciò che non si può rilevar con sicurezza per l'allargamento posteriore; le punte ingrandiscono, poi quelle dell' allargamento posteriore cadono, mentre quelle dell'anteriore appaiono limitate alla sua parte posteriore, e vanno acquistando i caratteri degli uncini definitivi.*

A poco a poco l'allargamento anteriore cresce ancora e la forma del bulbo si modifica, sicchè gli uncini colla relativa cuticola, cellule sottocuticolari, e muscolatura vengono a trovarsi in parte sul bulbo. L'allargamento posteriore persiste senza crescere.

Il bulbo e la sua muscolatura (sacco muscolare) divengono le parti che hanno gli stessi nomi nel rostello definitivo; la parte anteriore dell' allargamento anteriore, che può restringersi ed allagarsi svariatamente, diventa la cavità che accoglie la parte libera del rostello; la parte posteriore, estroflettendosi, forma la parte del rostello che è fornita di uncini; l'allargamento posteriore, parzialmente estroflettendosi, forma la punta del rostello, che di solito nella Tenia adulta lascia riconoscere un infossamento.

Le ventose compaiono come corpi tondeggianti, ben delimitati e solidi, già nel luogo dove si trovano nell' adulto. Secondariamente si introflettono e così diventano cave; esse si sviluppano del tutto indipendenti dal rostello.

La parte posteriore della vescicola cresce e diventa la coda: vi si notano gli uncini embrionali, disposti a paia, come nell' embrione esacanto, ma l' un paio assai più allontanato dall' altro; spesso l' ultimo paio viene a corrispondere alla estremità posteriore della parte anteriore della vescicola, cioè all'estremità posteriore del corpo. La coda raggiunge una grandezza considerevole, e poi, mano mano che il cisticercoide matura, al suo punto d' inserzione sul corpo, subisce uno strozzamento: finisce a distaccarsi via, quando il cisticercoide arriva nell' intestino dell' ospite definitivo; essa non gemma e va certamente perduta.

Gli uncini embrionali sono ancora presenti, quando il cisticercoide è maturo; molte volte non se ne possono trovare che 4 o 5: stanno alla coda, tranne, non di raro, uno o due che si trovano alla estremità posteriore del corpo.

La lacuna primitiva presenta molte anomalie nel suo modo di comportarsi; in generale viene a trovarsi in parte nel corpo, in parte nella coda; nel primo non tarda a riempirsi di un tessuto che ha l' aspetto del connettivo molle, nella seconda tende pure a scomparire in modo simile, ma si può trovare ancora qualche volta accennata nella coda al massimo sviluppo.

Contemporaneamente all' allungarsi della coda ed appena dopo la scomparsa della lacuna primitiva del corpo, dopochè si sono formate le ventose ed il rostello, la parte anteriore del corpo, fino al di dietro delle ventose, si introflette nella parte posteriore, e così si ha il cisticercoide introflesso, quale venne scoperto dal Melnikoff, e si trova figurato in tutti i libri (al Melnikoff è sfuggita la coda, la quale perciò manca in tutte le figure); così si presenta, almeno di regola, il cisticercoide finchè è nella Pulce; fuor della Pulce, sotto al microscopio, si può vederlo estroflettersi ed acquistare la posizione definitiva.

Lo sviluppo qui descritto non ha niente di strano, quando teniamo presenti i Platelminti in genere ed in speciale i Trematodi, e d' altra parte ricordiamo che il cisticercoide deve arrivare nell' intestino tenue dell' ospite definitivo. A quest' ultima circostanza (PROCESSO CENOGENETICO) *riferiamo l' introflessione della parte anteriore in quella posteriore; alle parentele coi Platelminti, ed in speciale coi Trematodi* (PROCESSO PALINGENETICO), *la formazione della lacuna primitiva, il modo peculiare di svilupparsi del rostello, e la presenza della coda.*

Spieghiamo un po' minutamente questi punti. Paragoniamo prima il rostello allo stomodeo. Se lo studiamo nel cisticercoide, cioè prima che si estrofletta, vi si distinguono evidenti, come in molti Platelminti, una cavità boccale (allargamento anteriore), ed una faringe (allargamento posteriore): come in molti Trematodi, c' è nel nostro caso, uno strozzamento tra la cavità boccale e la faringe: quella parte, che abbiamo denominata bulbo, forma un ispessimento quale troviamo nella faringe dei Trematodi.

Si ricordi che, specialmente nel periodo giovanile in molti Trematodi, la faringe può estroflettersi nella cavità boccale ed anche sporger fuori di essa e poi ritirarsi; d' altra parte l' estroflessione del rostello, è facoltativa, quando è appena formato, cioè nel cisticercoide, e diventa permanente nella Tenia adulta. Come si vede, IL RISCONTRO COI TREMATODI NON POTREBBE ESSERE PIÙ INTIMO.

Noi crediamo che la lacuna primitiva stia a rappresentare la cavità dell' intestino medio (mesenteron) dei Trematodi.

Il formarsi e, senza aver avuto una funzione, il chiudersi di questa lacuna ampia in un Platelminto che, come tutti gli altri, ha la caratteristica di essere parenchimatoso, il variar molto di questa lacuna (carattere degli organi rudimentali), ed infine la posizione che essa occupa, sono svariati argomenti che giustificano il nostro confronto, che sarà ulteriormente discusso più sotto, a proposito dei foglietti germinativi dei Cestodi.

Le ventose sono appendici indipendenti dal rostello; appendici con esse convergenti si trovano anche in certi Trematodi (GYRODACTILIDAE).

La coda è un organo che si sviluppa più o meno in tutti i Ce-

stodi, come mostreremo in avanti; allude ad un tempo in cui i Cestodi conducevano un periodo di vita libera e rende il cisticercoide della T. ELLITTICA *sorprendentemente simile ad una Cercaria.*

L' invaginamento della parte anteriore in quella posteriore, avvenendo tardivamente, non è più un fatto sorprendente, come nei cisticerchi; si deve considerare un adattamento speciale (FENOMENO CENOGENETICO), *il quale ha probabilmente la sua ragione in ciò, che il cisticercoide deve arrivare nell' intestino tenue. Se fosse svaginato, giunto nello stomaco, vi s' attaccherebbe, e, non trovando ambiente di vita opportuna (i cestodi abitano nel tenue), morrebbe. Così invaginato, è molto più facile che giunga alla sua destinazione.*

Potrebbe anche darsi che i succhi gastrici tendessero a mantenerlo invaginato e gli enterici a farlo svaginare. Comunque sia, crediamo che il nodo della questione stia nel doversi portare il cisticercoide al di là dello stomaco, e che a ciò giovi l' invaginamento. D' altra parte si sa che l' ARCHIGETES SIEBOLDI *presenta abitualmente movimenti di introflessione ed estroflessione della parte anteriore nella posteriore del corpo (v. più sotto); per cui l' invaginazione stabile del cisticercoide della* T. ELLITTICA, *troverebbe il suo movente in una invaginazione instabile e subordinata ad una differente funzione nell'* ARCHIGETES.

Tutti gli altri cisticercoidi da noi studiati, si riducono alla forma fondamentale ora qui descritta. Senza sforzo possiamo anzi ridurvi tutti i cisticerchi, cisticercoidi, plerocerchi e plerocercoidi finora noti.

Cominciamo coi cisticercoidi da noi esaminati.

È prima di tutto necessario di fissare bene le denominazioni che noi abbiamo precedentemente usate e delle quali ci serviremo anche in appresso. Si è distinto, nel cisticercoide della T. ELLITTICA, UN EMBRIONE ESACANTO, *che si è trasformato in una* VESCICOLA PRIMITIVA *con una* LACUNA PRIMITIVA. *La parte anteriore della vescicola primitiva, alla sua volta, si è trasformata nel* CORPO, *la posteriore nella* CODA; *nel corpo abbiamo distinto una* PARTE ANTERIORE *ed una* POSTERIORE; *nessun netto confine tra parte anteriore, posteriore e coda, tranne in dati momenti.*

Da noi il termine SCOLICE *vien riservato a quella parte del cistivereo e del cisticercoide che conservasi nel Verme, quando diventa adul-*

to; è una parte maggiore o minore, a seconda dei vari casi. QUANTO ALLA T. ELLITTICA, SICCOME TUTTO IL CORPO DEL CISTICERCOIDE PASSA NELLA TENIA ADULTA, COSÌ IL CORPO EQUIVALE ALLO SCOLICE.

La T. MURINA *si svolge dapprima come la T.* ELLITTICA, *tranneché il modo di sviluppo del rostello sembra accorciato. Le altre differenze cominciano dopo l' invaginazione della parte anteriore nella posteriore del corpo, donde deriva una specie di* GASTRULA *(parliamo di semplice somiglianza di forma, non intendendosi menomamente di paragonare morfologicamente l' invaginazione dei cisticerchi s. l. ad una gastrula) con una* CAVITÀ GASTRULARE, UNA BOCCA E DUE PARETI, UNA ESTERNA *(vescicola caudale del* LEUCKART; *secondo noi è la* PARTE POSTERIORE DEL CORPO) *e* L'ALTRA INTERNA *(tronco — Wurmleib, o scolex del Verme solitario pel* LEUCKART; *secondo noi* PARTE ANTERIORE DEL CORPO), *tra le quali viene a trovarsi la* LACUNA PRIMITIVA. *Alla porzione della parete interna, che sta al fondo della cavità gastrulare, corrispondono le ventose ed il rostello; questa porzione a poco a poco si solleva e forma lo scolice. Il resto della parete interna, che è poi la porzione posteriore della parte anteriore del corpo, e la parete esterna, si degradano e diventano involucro embrionale, in cui possiamo continuar a distinguere una parete esterna ed una interna, notando che questa non è tutta la parete interna primitiva, essendosi una parte trasformata nello scolice: la lacuna primitiva diventa virtuale, od almeno il liquido in essa contenuto è in minima quantità: la bocca infine a poco, a poco si chiude.*

Riunendo tutto assieme, possiamo dire che, a differenza della T. ELLITTICA, *la parte posteriore del corpo (precisando, secondo la nomenclatura adottata, la parte posteriore del corpo e la porzione posteriore della parte anteriore) si trasforma in* INVOLUCRO EMBRIONALE *e deve essere rigenerata, quando la Tenia diventa adulta.*

La coda resta relativamente molto corta. Gli uncini dell' ONCOSFERA (EMBRIONE ESACANTO) *assumono posizioni differenti; si trovano però in corrispondenza alla coda.*

Ripeteremo che, quando il cisticercoide diventa Tenia, cade la coda, come nella T. ELLITTICA, *più cade l' involucro embrionale; resta quindi appena lo scolice.*

Perciò, riassumendo, lo sviluppo si è complicato: è comparso un involucro embrionale (PROCESSO CENOGENETICO) *il quale è analogo all'amnio degli Artropodi, dei Gefirei,* ecc., *ed è formato essenzialmente a spese della parte posteriore del corpo (cioè secondo la nomenclatura sopra adottata, la parte posteriore del corpo e la porzione posteriore della parte anteriore).*

Il morente è stata l'invaginazione, già verificantesi nella T. ELLITTICA, *invaginazione che si è esagerata nella* T. MURINA, *tanto che ha potuto aver luogo il rialzamento secondario dello scolice, dentro una celletta appositamente formatasi per proteggerlo.*

Gli altri cisticercoidi sono fatti in maniera simile a quello della T. MURINA *qui descritto, colla sola differenza che la bocca resta perria (benchè più o meno ristretta, quando è in istato di riposo). Il loro modo di sviluppo ci è restato incognito; però anch'essi colla coda, o cogli uncini embrionali, ci danno indicazioni importanti.*

Veniamo ai particolari. Nel cisticercoide della T. LEPTOCEPHALA *abbiamo le stesse condizioni della* T. MURINA, *soltanto che la coda è molto lunga: la lacuna primitiva, confinata al corpo, è meglio delimitata: e talvolta sviluppasi una cisti avventizia, fornita dall' oste. Due paia di uncini stanno sulla coda, il terzo paio compare alla parte posteriore della parete esterna, lo che vuol forse dire che la coda ha in piccola parte probabilmente contribuito a formarla.*

Nel cisticercoide della T. CUNEATA *manca affatto la coda; così pure nel cisticercoide della* T. INFUNDIBULIFORMIS (GÖZE, *nec* DUJ.)

Nella T. PROGLOTTINA *abbiamo veduto che dapprima formasi, ma poscia viene assorbita.*

É notevole che in essa, secondo noi, la coda contribuisce molto più largamente, che nella T. LEPTOCEPHALA, *alla formazione della parete esterna (veggasi la posizione degli uncini) e che la lacuna primitiva è indistinta.*

Dai casi qui descritti, si passa facilmente a quelli già noti. Il *Cysticercoides Tenebrionis* (1) è niente altro che un cisticercoide della

(1) Per questo é per altri cisticercoidi vedi il *Leuckart* e le citazioni specialmente nel Cap. III della presente Memoria.

T. murina, a coda più lunga, ad uso quella di una *Leptocephala* (1). I *C. Arionis* sono molto simili a quelli della *T. infundibuliformis;* però in essi la parete esterna è, a nostro parere, formata a preferenza dalla coda, perchè gli uncini si trovano al punto di confine della parete esterna stessa colla interna *(Meissner, Leuckart, Moniez).* Come in questo senso la *Proglottina* esagera la *Leptocephala,* ora il *C. Arionis* esagera la *Proglottina.*

Anche i cisticercoidi del *Villot* rientrano facilmente nelle forme sopradescritte.

È probabile che il *C. Cyclopis* sia del tutto identico a quello della *T. ellittica.* I cisticercoidi dei Tetrarinchi hanno pure con esso intima somiglianza, soltanto il tronco è più sviluppato.

Alcune osservazioni del *Monticelli* lasciano credere che lo *Scolex polymorphus* si sviluppi pure come il cisticercoide della *T. ellittica.*

L' *Archigetes Sieboldi* è un cisticercoide alquanto più semplice di quello della *T. ellittica;* la sua estremità anteriore, come già si accennò, è in continuo movimento, ritirandosi in dentro e di nuovo fuoruscendo; quindi è già in esso indicato l'invaginamento, ma è, per così dire, molto più mobile.

In forza delle omologie da noi sopra ammesse tra il rostello e l' intestino anteriore dei Trematodi, ci sembra di poter sospettare, come già accennammo, che *l' Archigetes* sia stato una volta più complesso. In ogni modo la *T. ellittica* toglie l' abisso, che fin qui esisteva tra *l' Archigetes* e gli altri cisticercoidi.

Che il plerocercoide del *Botriocefalo lato* sia riducibile all' *Archigetes,* non è cosa nuova; le omologie delle parti però non sono ancora chiare.

A noi pare che questo plerocecoide sia nient' altro che un ci-

(1) Allo stesso tipo si riferiscono i cisticercoidi delle *T. fasciata, tenuirostris, sinuosa, gracilis, anatina, Hamanni,* recentemente descritti da Hamann (Jenaische Zeitschrift f. Natur. 1889 e 91) e da Mrázek in un giornale ungherese di storia naturale (1890 e 91). Noi siamo persuasi che Hamann dopo questo nostro lavoro si accorgerà che il suo *Polster* (cuscinetto) non può dar origine alle ventose, che esso è niente altro che il bulbo del rostello e che in breve la storia evolutiva del cisticercoide della T. sinuosa, qual è stata da lui tracciata, è erronea in gran parte.

sticercoide del Tetrarinco, ma col tronco ancora più sviluppato. Uno sviluppo simile, maggiore ancora in grossezza, ma minore in lunghezza, si riscontra nei Piestocystis.

I cisticerchi poi non sono null' altro (1) *che forme nelle quali la lacuna primitiva ingrandisce assai. Pare che in essi la coda generalmente non compaia più; la parte che dovera produrla concorre probabilmente a formare la vescicola caudale (parete esterna), che assume un gran sviluppo. Il* MONIEZ *però ha descritto nel* C. PISIFORMIS *dei fenomeni che fanno pensare che, anche in esso, si formi una coda, la quale poi andrebbe perduta: egli ha visto il* C. PISIFORMIS *strozzarsi e dividersi in due parti, una anteriore e l' altra posteriore; suppone che la parte posteriore possa produrre un altro cisticerco; manca però di ciò qualunque prova, ed è molto più logico d'interpretarla come coda.*

Nei cisticerchi, come fors' anche in certi cisticercoidi, l' invaginazione anticipa (PROCESSO CENOGENETICO), *cioè precede la formazione del rostello e delle ventose; invece il sollevamento dello scolice dal fondo può ritardare, da ciò lo svilupparsi e persistere alle volte del cisticerco rovesciato e cavo.*

Nei cisticerchi la formazione della lacuna primitiva è più tardiva, che nella T. ELLITTICA; *accade contemporaneamente, o dopo la formazione della muscolatura periferica e dell'apparato escretore.*

Nei cisticerchi accade anche un fatto che giustifica in certo modo la denominazione di tronco (Wurmleib), limitata dal LEUCKART *a quella parte della parete interna che non forma lo scolice; questa parte in certe forme (ad es. C. della* T. CRASSICOLLIS) *si vede man mano crescere e trasformarsi in un tronco già diviso in proglottidi. Notisi però che questo tronco è provvisorio; esso va distrutto, insieme alla parete esterna (vescicola caudale), quando il cisticerco arriva nell' ospite definitivo; soltanto lo scolice viene conservato e si trasforma senza metamorfosi nel Verme solitario adulto, rigenerando il tronco.*

(1) In questi confronti non possiamo discendere a molti particolari, essendo diventate necessarie dopo i nostri studi, nuove ricerche sui cisticerchi.

(2) Secondo gli studi recentissimi del Mrázek il C. *Cyclopis* sarebbe uno stadio di sviluppo del C. della *Taenia gracilis*. Noi siamo d' avviso che ciò possa accogliersi, specialmente dopochè il D.r Calandruccio ha trovato uno stadio simile per la T. leptocephala.

Questi fatti rendono verosimile l'omologia di una parte della parete interna, ossia dell'involucro embrionale, col tronco, omologia che si dovrebbe trasportare anche ai cisticercoidi.

Il concetto così espresso, non è però preciso. Per essere più esatti, bisogna dire che nei Cestodi dalla vescicola primitica si differenzia un corpo (anteriore) ed una coda (posteriore). La parte posteriore del corpo (distinguibile, per quanto sopra si è visto, in due, l'una, che è la parte posteriore p. d. del corpo suddetto, e l'altra la porzione posteriore della parte anteriore) *può trasformarsi in organo (involucro) embrionale, a formare il quale può però contribuire anche la coda; questa parte posteriore del corpo, così trasformata, rigenerasi, quando il Verme diventa adulto. Forse le migliori condizione di nutrizione (i cisticerchi si trovano a preferenza nei Vertebrati superiori) permettono a una parte del corpo, trasformata in organo embrionale (e precisamente a parte della parete interna) di far, per così dire, ririvere il suo carattere d' essere strobilare: si tratta però di un fuoco fatuo, perchè questo corpo riesce sterile* [*tranne forse il caso del* PAGENSTECHER (1); *quì in ogni modo siamo davanti ad un caso secondario*].

Ci resta di parlare delle forme proliferanti; esse debbonsi evidentemente ritenere come forme secondarie, che hanno riacquistata là proprietà di proliferare nel periodo giovanile. Sono esse pure riducibili ai tipi sopradescritti; così le così dette teste dell' *Echinococco* sono omologhe al corpo del cisticercoide della *T. ellittica;* i cisticercoidi del *Metschnikoff* sono paragonabili a quelli della *T. murina* ecc.

Se ora noi cerchiamo di coordinare tra di loro tutte queste varie forme che presentano le larve dei Cestodi, lasciando in disparte quelle proliferanti, possiamo stabilire i seguenti gruppi.

1°. *Cisticerchi* [s. lato (2)] *ad invaginazione iniziantesi e senza involucro embrionale (Archigetes).*

2°. *Id. ad invaginazione tardiva (C. della T. ellittica, murina e*

(1) Cit. dal *Leuckart.*

(2) Con molti autori, parliamo anche noi di cisticerchi in senso lato, che comprendono i cisticerchi pr. detti ed i cisticercoidi.

leptocephala, fors'anche cisticercoide del Gruber, Scolex polymorphus e tutti i cisticercoidi).

Alla sua volta questo secondo gruppo distinguesi in due sottogruppi :

a) *con semplice invaginazione (T. ellittica).*

b) *con invaginazione, susseguita dalla formazione di involucro embrionale (T. murina, leptocephala etc.).*

3°. *Id. ad invaginazione precoce, susseguita dalla formazione d'involucro embrionale (cisticerchi s. str; alcuni cisticercoidi?*)

Questo 3° gruppo contiene larve che possono essere a scolice rialzantesi dal fondo della cavità d'invaginazione precocemente (cisticerco pisiforme), o tardivamente (cisticerco della cellulosa).

Vi sono graduali passaggi fra i gruppi qui registrati (così p. es. il sottogruppo *b.* del 2° gruppo è il ponte che conduce al 3° gruppo).

Dunque possiamo dire che l' *invaginazione tardiva del cisticercoide della T. ellittica assume grande importanza nella maggior parte degli altri cisticercoidi e nei cisticerchi. Probabilmente in ciò la ragione del suo anticipare (per processo cenogenetico) in molti casi.*

Così messa la questione, lo svilupparsi dello scolice rovesciato e cavo evidentemente si riduce ad una falsificazione dell'epoca di sviluppo e ad un perfezionamento embrionale (formazione d'involucri speciali), in rapporto colla grande capacità di rigenerazione del corpo dei Cestodi. Così cessa di essere strano e rientra in una serie di fenomeni semplici e di facile intelligenza (processi cenogenetici).

Paragoniamo ora queste nostre conclusioni con quelle dei due altri autori, che più si occuparono dell'argomento, e cioè con quelle del *Leuckart* e del *Villot.*

Col *Leuckart* noi abbiamo, oltre a parecchi punti di contatto, altri punti importanti di divergenza, che, anche a costo di fare delle ripetizioni, vogliamo mettere in rilievo. Per questo autore intercede un grande abisso tra il cisticercoide della *T. ellittica* e l'*Archigetes Sieboldi;* per noi invece essi sono grandemente simili. Egli inclina ad ammettere che tutti i cisticercoidi ed i cisticerchi si sviluppino in modo simile, ossia come i cisticerchi pisiforme, della cellulosa

ecc.: noi invece abbiamo trovato delle differenze notevoli, sicchè abbiamo, per dir così, messo un lungo ponte tra l' *Archigetes* ed il cisticerco ordinario, ed abbiamo fornito perciò una chiara e semplice spiegazione del formarsi lo scolice cavo e rovesciato.

Il *Leuckart* ritiene la coda dell' *Archigetes* senz' altro omologa alla vescicola primitiva *(Blasenkörper)* (1) e la dice " *Kopfbildner* „ cioè " formatrice del capo „ : questa interpretazione non può essere esatta, perchè noi abbiamo dimostrato nel cisticercoide della *T. ellittica* che la coda è omologa soltanto alla parte posteriore della vescicola primitiva.

Egli inoltre indirettamente viene a dare del *Wurmleib* (tronco) una definizione che, secondo noi, non si può dir del tutto giusta. Come già si accennò, egli parte dai cisticerchi e denomina tronco una porzione che può essere segmentata già in essi; questa parte *(parete interna dell'involucro embrionale,* secondo la nostra nomenclatura), ha per caratteristica di andare perduta quando il cisticerco è arrivato nell' ospite definitivo (v. sopra), perciò il tronco può essere provvisorio, o permanente: quello permanente non si sviluppa mai nel cisticerco e di rado nel cisticercoide *(Archigetes).* Che la parete interna sia parte del tronco, nessun dubbio, ma ad esso appartiene anche tutta o gran parte della vescicola caudale (parete esterna). Come noi ci esprimiamo, *parete esterna e parete interna* dell' involucro embrionale, sono la *parte posteriore del corpo del cisticercoide,* notando che a formare la parte posteriore della parete esterna, o tutta la parete esterna, o fors'anche la parte anteriore della parete interna può contribuire la coda, lo che non ci deve fare meraviglia, perchè *la coda è la parte posteriore del corpo dell' embrione* e dapprincipio non ne è affatto distinta.

Il *Leuckart* e molti altri, ritengono che l' *oncosfera,* detta anche *embrione esacanto* o *protoscolice,* rappresenti una prima generazione (mamma della nutrice o *Grossamme* dei Tedeschi), il cisticerco (nutrice od *Amme)* una seconda, ed il Verme Solitario adulto una terza.

(1) Così nella 2ª ed. del Trattato. Nella Memoria sull' *Archigetes (Zeitschrift f. wiss. zool. XXX Bd. Suppl.)* la ritiene omologa alla vescicola caudale.

Riservando a più sotto di discorrere intorno alla terza generazione, noteremo che però già il *Leuckart* ammette la gemmazione essere molto evidente appena nei casi di forme proliferanti (echinococco, cenuro ecc.); egli cita anzi dei casi in cui la *Grossamme* e l'*Amme* non si possono distinguere come formazioni individualizzate *(Scolex polymorphus)*, come vi sono altri casi in cui le tre generazioni sono indistinte *(Archigetes* e forse *Ligulidae)*. Però altrove paragona la produzione dell'*Archigetes* ad una gemmazione esterna, e quella dei cisticerchi e cisticercoidi ad una gemmazione interna, e, come già si disse, ritiene in generale di poter considerare il protoscolice rappresentante d' una prima generazione, e lo scolice di una successiva.

Finchè mancava la spiegazione dei fatti strani, offerti dal cisticerco, era possibile di riferirli ad una gemmazione interna, anzi ciò poteva, fino ad un certo punto, giustificarli. Ora però, dopo i nostri studi, si può con sicurezza abbandonare questo concetto, e confinarlo agli Echinococchi ed ai Cenuri ecc., considerando la loro gemmazione come proprietà secondariamente da essi acquistata, fenomeno di convergenza o d'atavismo, da spiegarsi colla comoda ed agiata vita, che può concedersi il parassita nell' ospite intermedio.

Di fronte a queste divergenze col *Leuckart*, relativamente piccole, stanno le ingegnose induzioni del *Villot* (1) dalle quale noi discordiamo profondamente; già il *Leuckart* ha tentato di confutarle, ma di nulla si poteva essere sicuri, finchè non si fosse chiarito lo sviluppo dei cisticercoidi.

Quasi soltanto in un punto noi ci accordiamo col *Villot*; egli ha ragione di ammettere col *Leuckart* e con altri che fra lo stato inerme e quello armato non c'è delimitazione netta; il nostro cisticercoide di Tenia inerme (*Lephocephala*), il quale è conformato come molti altri cisticercoidi armati, forma il paio col cisticerco della *T. Saginata*.

Riassumiamo brevemente gli altri punti della Memoria del *Villot*. Egli distingue due modi di formazione della vescicola caudale:

(1) Ann. sc. nat. Zool. Octobre 1883. XV, 17-Art. N. 4. Mémoire sur les cystiques des Ténias.

per semplice *modificazione* del *protoscolice*, cioè senza produzione di una parte nuova (tutto il protoscolice si trasforma nella vescicola caudale), o per *gemmazione* del protoscolice: nel secondo modo si produce una parte nuova, che si aggiunge a quella preesistente. Il primo modo caratterizza i cistici pr. d. del *Leuckart*. Oltre alla loro particolare idropisia, hanno di solito un inviluppo avventizio, il quale vien fornito dall'oste, che è sempre un Vertebrato; contiene i generi cisticerco, echinococco e cenuro. Il *Villot*, che usa sempre il termine corpo per indicare il *Wurmleib (Leuckart)*, *distingue nei cisticerchi, una testa, un corpo, una vescicola caudale ed una cisti, od inviluppo avventizio*; i cisticerchi sono monosomatici e monocefali. I cenuri sono simili ai cisticerchi, ma sono però polisomatici e monocefali, cioè ad ogni corpo corrisponde una sola testa. Gli echinococchi sono invece polisomatici e policefali, perchè ad ogni corpo corrispondono molte teste. La cosidetta testa dell'echinococco equivale ad una testa di cenuro o di cisticerco; la parte anteriore, quella che è invaginata, costituisce la testa pr. d., la posteriore, il collo (parte posteriore della testa), la vescicola proligera corrisponde al corpo del cisticerco e del cenuro; la vescicola madre poi è omologa alla vescicola caudale dei cenuri e dei cisticerchi. Perciò la vescicola caudale (vescicola madre) produce per gemmazione numerosi corpi (vescicola proligera), e questi portano numerose teste. Come si vede, il *Villot* non vuol ritenere corpo la parte posteriore del giovane echinococco, perchè non va perduta quando la T. echinococco si sviluppa.

Passiamo ora a quegli altri cistici, la cui vescicola caudale si forma per gemmazione del protoscolice. *Nessuna parte dell'embrione esacanto passa alla larva* (cisticercoide del *Leuckart*): esso le serve appena di sostegno. Si distingue perciò in questo secondo gruppo, oltre *alla testa, al corpo, alla vescicola caudale, anche un blastogeno* (embrione esacanto che prima gemma e poi serve di sostegno alla parte gemmata). La posizione della testa in generale è primitiva, non secondaria, come pretende il *Leuckart* per analogia coi cisticerchi; la vescicola caudale è caratterizzata anche dalla sua relativa semplicità.

Questi cistici che risulterebbero, come dicemmo, di quattro parti, vengono suddivisi in due sottogruppi, a seconda che la loro vescicola caudale si forma per gemmazione endogena (allora la testa presentasi avviluppata non appena dal corpo e dalla vescicola caudale, ma ancora dal blastogeno), ovvero per gemmazione esogena (la testa è allora avviluppata appena dal corpo e dalla vescicola caudale).

Il primo sottogruppo si suddivide in Monocerchi *(C. Arionis, M. glomeridis, Villot)* ed in Policerchi (Echinococco del Lombrico). Nei Monocerchi la cisti, supposta avventizia dal *Leuckart,* è invece il blastogeno trasformato, e perciò gli uncini *non possono* trovarsi là, ove i vari autori credono di averli veduti. Dai Monocerchi si deducono i Policerchi, che sono Monocerchi proliferanti.

Il secondo sottogruppo comprende:

1.° I Cercocisti, in cui il blastogeno, dopo aver gemmato, resta addossato, a mo' di coda, alla vescicola caudale (*C. tenebrionidis*).

2.° Gli Stafilocisti *(Villot)* che sono Cercocisti costantemente proliferanti.

3.° Gli Urocisti *(Villot)* che sono del pari Cercocisti proliferanti, benchè in modo alquanto differente.

4.° I Criptocisti: così denomina l'autore i cisticercoidi della *T. ellittica.*

Ed eccoci giunti al punto culminante del castello aereo: il nudo e semplice cisticercoide della T. ELLITTICA, semplificato ancor di più dal Mehnikoff e dal Leuckart, a cui era sfuggita la coda, *deve possedere almeno quattro parti distinte: la figura del Leuckart protesta contro il Leuckart, e la cuticola diventa agli occhi del Villot la vescicola caudale, più il corpo del cistico, strettamente saldati e ridotti ad una membrana!! Ecco l' effetto del voler rischiarare il semplice col complicato!*

Conclusione generale.—La testa vera (il futuro scolice) non deriva mai direttamente dalla vescicola caudale, ne è sempre separata per una porzione intermedia (corpo), che gli serve di inviluppo immediato.

Dopo i fatti da noi osservati, ci sembra che questa breve ricapitolazione, da se stessa parli fortemente contro il *Villot*: ci limiteremo perciò ad accennare alle obbiezioni essenziali.

I.° Si può ritenere che almeno in certi cisticerchi (*pisiformis*) si differenzi una coda, o blastogeno per usare il neologismo improprio proposto dal *Villot*.

II. Non è vero che nel secondo gruppo nessuna parte dell' embrione passi alla larva; non è vero che la vescicola caudale sia prodotta da una gemmazione (una parte dell' embrione esacanto si trasforma in essa)

III. Il cisticercoide della *T. ellittica* non possiede vescicola caudale.

IV. Le forme del secondo gruppo possono avere cisti avventizie, fornite dall' oste, quindi non derivate dal blastogeno (coda) trasformato, come dimostrano le *T. leptocephala* e *cuneata*.

V. Gli uncini embrionali possono trovarsi sulla coda (blastogeno) e sulla vescicola caudale. (1)

Così chiudiamo le nostre osservazioni sull' unità di tipo delle larve dei Cestodi, e passiamo ora alle affinità che questi presentano tra loro e cogli altri Platelminti.

Tutti gli autori, eccetto il *Moniez*, si accordano nell' ammettere intimi rapporti tra Cestodi e Trematodi. Furono prima gli studi del *Leuckart*, ma poi quelli dello *Schneider*, del *Lang*, dello *Schauinsland* ecc, che condussero a questa conclusione, che noi ora vogliamo riprendere in esame.

Anzitutto fissiamo la posizione che nel sistema occupano i Trematodi ed i Cestodi. Certo è che nella scala ascendente, con cui si suol rappresentare il sistema zoologico, i Cestodi devono essere collocati più in basso dei Trematodi, come fa appunto il *Leuckart;*

(1) Recentemente il Villot, basandosi sulla nostra Nota preliminare, torna a sostenere la giustezza delle sue classificazioni. Noi speriamo che dopo la lettura del nostro lavoro esteso vorrà convincersi del punto fondamentale da noi sostenuto, che cioè nessun fenomeno autorizza a spiegar come processo di gemmazione la formazione della vescicola caudale etc.

Del resto lasciamo giudice il lettore, non ritenendo noi utile d' entrare in una polemica fino a che il Villot si sarà data la pena di confutare i fatti da noi scoperti.

ma, se si parte dal concetto filogenetico, nessuno può disconoscere che i Cestodi sono parassiti assai più perfetti dei Trematodi. Ciò è dimostrato dai seguenti fatti: hanno perduto il tubo digerente, non presentano quasi mai un periodo di vita libera, mancano assolutamente di organi speciali di senso in qualunque epoca della vita. Tutti questi sono caratteri di degenerazione, accanto ai quali notansi perfezionamenti in rapporto col genere di vita del parassita, e sono:

I°. Ha acquistato organi d' attacco, e perciò si è differenziata nettamente una testa complicata (musculatura, apparati nervoso ed escretore).

II°. Ha perfezionato gli organi genitali, i quali si ripetono numerose volte ed in modo da simulare individui (proglottidi), specialmente perchè si sono provveduti d'una propria porzione di musculatura, di apparato escretore ecc.

E qui cade in acconcio di pronunciarci sul concetto, ancor oggi sostenuto, che il Verme solitario rappresenti una colonia; perciò ci si permetta una breve digressione.

L' ipotesi delle colonie è sorta prima della teoria dell'evoluzione, e per non pochi (specialmente quella parte che si riferisce alle colonie lineari, cioè agli animali metamerici), non ne ha ancora respirato bene l' aria purificatrice.

È noto che la divisione parziale, od imperfetta (caratteristica piuttosto del periodo giovanile), conduce alla formazione delle colonie: la divisione del lavoro, a persone differenti in una medesima colonia. Però, come osserva benissimo il *Leuckart*, tra generazione ed accrescimento non c' è nessun netto e determinato confine, e neanche tra individuo ed organo. Molti gradi ci sono adunque di mezzo; non si può dire dove finisce l' uno e comincia l' altro; perciò un certo arbirtrio lasciato ad ogni studioso, perciò una questione oziosa, simile a quella se certi individui siano piuttosto specie, che varietà.

Siffatta questione, secondo il nostro parere, non ha proprio più alcuna ragione di essere, quando si tratta di casi come quelli offerti dalle Tenie.

Certo che il risultato finale simula una colonia, e che le proglottidi hanno i caratteri di individui; è però del pari certo (lo dimostrano i Cestodi non segmentati) che quest'è un perfezionamento acquisito per il parassitismo, e che non esprime una condizione primitiva, propria alla stirpe da cui provengono i Cestodi.

Ma, come origina questa, diciamola pure, colonia?

Appena la parte anteriore dell'embrione esacanto forma il Verme solitario; il resto si sviluppa nel periodo embrionale come coda ed involucro embrionale (parete esterna ed interna dell' involucro). Però la formazione dell' involucro è successiva a quella della coda e manca ancora nelle forme più primitive (T. ELLITTICA), *e perciò la coda è un organo rudimentale antico, e l' involucro, ci si permetta il termine, è invece medioevale. Coda ed involucro rappresentano dunque quella parte posteriore del corpo della vescicola primitiva, che trasformasi in organi embrionali, e poi cade; essa viene rigenerata dalla parte anteriore quando il Verme diventa adulto; s' intende che quando non si sviluppa alcun involucro, la parte da rigenerare è minore.*

In ogni caso è evidente che il progenitore del Cestode era un Verme piatto non segmentato, in cui non esisteva contrasto spiccato tra capo e tronco. Col perfezionarsi degli apparati d' attacco alla parte anteriore (in rapporto colla vita nell' intestino, da cui facilmente il Verme potrebbe essere scacciato) comincia questo contrasto, e così si può cominciar a parlare di un capo e di un tronco; poi questo tronco si segmenta esclusivamente per servire agli organi genitali.

Niente perciò di più naturale che rivedere ancora nelle forme segmentate un periodo, in cui il tronco ed il capo non sono nettamente separati e non c' è traccia di proglottidi. Ciò verificasi appunto chiaramente in molte Tenie.

Che se ora passiamo ad esaminare uno scolice qualunque (si ricordi il senso da noi concesso al termine scolice), perchè non paragoneremo, come abbiamo già fatto, al tronco la sua parte posteriore, che crescendo e segmentandosi dà luogo alla formazione di questo?

Nè si dica che con ciò i cisticerchi che hanno un tronco provvisorio (es. classico si è il cisticerco fasciolare) verrebbero ad avere due tronchi, perchè è troppo chiaro che saremmo più precisi, ammettendo che essi hanno un tronco, di cui cade, e poi rigenerasi la parte troppo male differenziatasi nel periodo giovanile.

Per tutte le ragioni qui sovraesposte, *in generale* noi concludiamo che nello sviluppo del Cestode *non si succedono tre generazioni*, due agame ed una sessuata, ma *semplicemente* si tratta d' *una generazione sessuata* (una generazione agama esiste però nel caso degli echinococchi e dei cenuri).

I cisticerchi (s. lato) non proliferanti, subiscono dunque una metamorfosi semplice, che può anche mancare in gran parte. Spieghiamoci.

Nella T. ellittica la parte posteriore dell'oncosfera viene a formare un organo rudimentale (coda) che cade. Anche nelle altre Tenie questa parte posteriore si trasforma in una coda, ma in esse la parte media dell' oncosfera diventa involucro embrionale; quindi soltanto la parte anteriore costituisce ciò che trapassa nella Tenia adulta, ossia lo scolice. Concorre a formarlo anche la parte media nella T. ellittica perchè non si trasforma ancora in involucro embrionale. L'animale adulto si forma poi per semplice crescere e segmentarsi dello scolice, in tutte le Tenie.

Così fissata la posizione che i nostri studi ci fanno pigliare davanti alla questione della generazione alternante dei Cestodi, ritorniamo ora a discutere i rapporti dei Cestodi coi Trematodi. Senza inoltrarci nella esposizione di quello che è già noto, vogliamo soltanto ricordare i più saglienti riscontri finora stabiliti tra Cestodi e Trematodi.

1° Vi sono Cestodi insegmentati, quindi da vicino ricordanti i Trematodi.

2° Lo sviluppo embrionale di certi Cestodi (Botriocefali) è perfettamente eguale a quello di molti Trematodi (eliminazione dello strato esterno ciliato).

3° Vi sono Cestodi con una coda, come quella delle Cercarie (*Archigetes*).

4° Esiste in un Cestode non segmentato *(Amphilina)* e negli *Scolex polymorphus*, una ventosa terminale, paragonabile alla ventosa boccale dei Trematodi; essa permane anche nella forma adulta dello *Scolex polymorphus*; essa compare anche nelle *Tetrarhynchidae*, ma rudimentale. Negli *Scolex polymorphus* molto giovani è assai più sviluppata.

Il confronto colla ventosa boccale dei Trematodi è in certi casi *(Amphilinae, Tetrarhynchidae)* confermato anche dalle ghiandole speciali che vi sboccano, appunto come nei Trematodi. In alcuni dei Cestodi sopranominati, si trova anche una muscolatura evidentemente paragonabile a quella della faringe dei Trematodi. Tutti questi fatti furono messi in luce dal *Lang* (1), dallo *Ztscokke* (2), dall'*Olsson* (3) e dal *Monticelli* (4), il quale insiste anche sulla somiglianza nella minuta struttura della ventosa terminale colla ventosa orale dei Trematodi, al che però non possiamo concedere troppo valore, perchè potrebbe essere un semplice fenomeno di convergenza.

5° L'apparato genitale nei due gruppi in confronto è fatto sopra un medesimo tipo, specialmente se confrontiamo *Bothriocephalidae* e Trematodi.

6° La muscolatura dei Cestodi è intimamente simile a quella dei Trematodi (Schneider) (5).

7° L'apparato escretore è nelle due forme tipicamente simile, eccezione fatta delle anastomosi dei Cestodi, le quali sono in rapporto colla loro segmentazione.

8° L'apparato nervoso delle *Amphilinae* è riducibile a quello dei Trematodi.

Secondo lo *Schneider* le somiglianze sarebbero ancora maggiori, e cioè: 1.° Il *Diplostomum* sarebbe una vera forma intermedia. 2°. Nel *Cariophyllaeus*, nella *Amphilina*, e nell'*Amphiptyches* esistereb-

(1) Mitth. Zool. Stat. Neapel. 2 Bd. 1881. p. 28, e seg; p. 372 e seg. Veggasi Kahane cit. dal Leuckart.

(2) Centrablatt. f. Back. u. Paras. 1. Bd. 1887. p. 161-199.

(3). Lund's Univers. Aorsskrift. T. 3. 1867.

(4). Mitth. Zool. Stat. Neapel. VIII. Bed. 111. p. 85 e seg.

(5). Schneider's Zool. Beiträge. 1. Bd. p. 116 e seg.

be un intestino ridotto. 3° Gli embrioni di certi Trematodi *(Polystomum)*, come quelli dei Cestodi, hanno all' estremità posteriore degli uncini, e questi embrioni alla lor volta si assomigliano agli adulti *Gyrodactylus* e *Dactylogirus*, che portano alla ventosa posteriore degli uncini. Mentre questo terzo confronto per certo ha un valore, gli altri due sono per noi molto dubbi e meritano di essere precisati meglio.

I nostri studi permettono di aggiungere alcuni altri punti di riscontro tra Cestodi e Trematodi.

Nello sviluppo dei Cestodi è diffuso molto più che il periodo di larva ciliata, un periodo in cui il cisticerco (s. lato), provvisto d' una coda, rassomiglia da vicino ad una Cercaria; questa coda varia molto, anche in una stessa specie, in altre poi è rudimentale, in altre infine è scomparsa del tutto.

Perchè essa manca dei canali escretori, il confronto con quella delle Cercarie riesce di regola veramente calzante.

Nei Cestodi è un organo che di solito sparisce senza funzionare (qualche volta appena si trasforma in parte dell' involucro embrionale); in ogni modo non funziona mai così come è supponibile abbia funzionato una volta, cioè come organo del nuoto, quando i Cestodi avevano un periodo di vita attiva, come quello delle Cercarie.

Noi dunque *1. Abbiamo dimostrato molto diffuso il periodo cercariforme, che si credeva limitato ad alcune forme, e perciò godeva di poca importanza: la coda dei Cestodi è un organo rudimentale, che funziona nelle Cercarie. 2° Abbiamo anche trovato nelle Taeniadae tracce evidenti di un intestino anteriore (cavità orale e faringe, separate da uno strozzamento). 3° Sosteniamo che la lacuna primitiva dei Cestodi sia paragonabile alla cavità dell'intestino medio (cioè del mesenteron dei Trematodi).*

Il secondo punto è già stato più sopra sufficientemente discusso; il terzo invece è stato appena brevemente toccato, e vuol esser quì ulteriormente svolto. Perciò dobbiamo richiamare la questione dei foglietti dei Cestodi. In proposito vi sono molte opinio-

ni, come è noto, e nulla si sa di sicuro. Specialmente il *Van Beneden* (1) e lo *Schauinsland* (2) l'uno sulle Tenie, l'altro sui Botriocefali, seguendo la segmentazione, videro delaminarsi un foglietto ciliato (Botriocefali) o no, e l'embrione risultare, dopo questa delaminazione, di uno strato periferico, od esterno di piccole cellule, racchiudente una massa midollare od interna, fatta di cellule alquanto differenti (nel Botriocefalo evidentemente più grandi).

Il *Van Beneden* si domanda se queste cellule interne rappresentano l'entoderma e le esterne l'ectoderma. Nessun fatto noi abbiamo trovato che appoggi questa maniera di vedere. Nei primi stadî da noi osservati, non abbiamo potuto distinguere due sorta di cellule, tanto meno l'accenno di distinzione in strato esterno e massa centrale midollare. Negli stadî successivi scorgemmo due sorta di cellule, ma neppure la più lontana traccia di distinzione in strati. Neanche sull'embrione esacanto di Tenia leptocefala, ancor racchiuso nelle membrane dell'uovo (embrione, che ben si presta a questo genere di ricerche), abbiamo potuto confermare l'osservazione del *Van Beneden*.

Il *Leuckart* e lo *Schauinsland* ammettono che i Cestodi ed i Trematodi siano senza ectoderma, e ciò in base a fatti istologici ed embriologici (muscoli alla superficie del corpo, delaminazione e perdita totale dello strato ciliato).

Il *Leuckart*, se ben l'intendiamo, ritiene che anche l'entoderma manchi e perciò i Cestodi sarebbero costituiti da solo mesoderma! Secondo il *Kleinenberg* un mesoderma non esiste in nessun animale: perciò si dovrebbe ammettere che i Cestodi risultassero di ectoderma, di cui si sarebbe delaminato appena la parte periferica.

Abbiamo quindi avanti una matassa molto avviluppata, e certamente non sarà lo studio dei Cestodi, che potrà grandemente contribuire a dipanarla. In ogni caso, i fatti nuovi da noi aggiunti a quanto si sapeva, appoggiano l'una o l'altra delle due seguenti ipotesi.

(1). Loc. cit.

(2). Jenaische Zeitsch. f. Naturawiss. Bd. XIX. Jena 1885.

1°. Nei Cestodi, in rapporto particolarmente colla circostanza che gli organi speciali di senso e l'intestino medio sono scomparsi, e che l'apparato vascolare non è mai esistito, lo sviluppo è grandemente abbreviato, e perciò la distinzione in foglietti, o non viene accennata del tutto, od appena molto imperfettamente, sicchè si forma una sola massa di cellule (blastema), dalla quale derivano tutti gli organi. Il modo di origine degli organi (sistema nervoso, muscolare, escretore, genitale ecc.) appoggia fortemente questa prima ipotesi.

2°. Premesso che, secondo noi, il *Kleinenberg* (1) ha seriamente provato la mancanza di un mesoderma ben distinto nei Vermi, premesso che al mesoderma in quelle forme, ove esiste evidentemente (insetti ad es.), devesi dare il valore assegnatogli dal *Balfour* nel suo Trattato di embriologia, si può ritenere che l'embrione esacanto risulti soltanto di ectoderma. Ciò è molto meno assurdo che farlo constare di solo mesoderma, inquantocchè in questo embrione si sviluppa un sistema nervoso, ed il sistema nervoso è sempre ectodermico (tranne alcuni pochissimi casi in cui si sospetta d'origine entodermica); vero è che gli *Hertwig* (2) hanno molte volte parlato d'un sistema nervoso mesodermico, ma la loro ipotesi non è stata mai appoggiata seriamente. Il giudizio che l'embrione esacanto sia tutto ectodermico, è però reso dubbio dalla circostanza che nei Platelminti le ghiandole genitali sono d'origine entodermica *(Lang* (3)*)*.

Si accetti l'una o l'altra delle sopra riferite ipotesi, a noi pare che la cavità, che si forma nell'embrione esacanto, sarà sempre paragonabile a quella dell'intestino medio. Quando l'embrione esacanto va avanti nello sviluppo, le singole sue cellule pigliano la posizione che spetta loro, a norma dei differenti destini che devono

(1) Die Entstehung d. Annelid. ecc. Zeitsch. f. wiss. zool. 1886.

(2) Hertwig O. u. R. Die Coelomtheorie 1881 — V. in proposito i Chetognati del Prof. R. Grassi (Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel. V. Monographie 1883. p. 50 e seg.)

(3) Die Polycladen d. Golfes von Neapel (Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel XI. Monog. 1884.) Questa opinione del *Lang* viene contradetta specialmente da *Ijima* (Z. f. wiss. zool. Bd. XL. 1884.

subire: non essendovene alcuna deputata alla formazione del mesenteron, resta libero uno spazio (lacuna primitiva) corrispondente al mesenteron, il quale certamente una volta esisteva, e poi, per effetto del parassitismo, è andato perduto: s' intende che questo spazio viene ad essere limitato dalle cellule che formano gli altri organi. *La lacuna primitiva forse rappresenta dunque lo spazio, che doveva venir occupato dalle cellule del mesenteron.*

I rapporti della lacuna primitiva col rostello (intestino anteriore) e la mancanza d'un accenno di intestino posteriore, appoggiano fortemente il nostro modo di vedere.

CAPITOLO III.

CICLO EVOLUTIVO DEI CESTODI.

Il ciclo evolutivo dei Cestodi, dopo gli studi classici del *Van Beneden sen.*, del *Siebold*, del *Leuckart* e del *Küchenmeister*, e dopo le ricerche, benchè molto meno importanti, tuttavia non trascurabili, del *Melnikoff*, del *Ratzel* ecc., pareva determinato con sicurezza, cosicchè nei Trattati e nelle Memorie più reputate di Zoologia e di Parassitologia domina assoluta la conclusione dei citati autori. Vero è che questa conclusione, che cioè tutti i Cestodi hanno bisogno di un ospite intermedio, colla sola eccezione dell' *Archigetes*, è basata su un numero di forme piccolo, in confronto alla grande quantità dei Cestodi adulti che si conoscono, ma d' altra parte non è meno vero che per questo piccolo numero gli esperimenti sono così provativi e completi, che nessuno potrebbe sollevare contro di essi alcun dubbio.

Dall' epoca da cui datano le scoperte di quei zoologi, è passato un tempo che può dirsi abbastanza lungo, se si tengono presenti i rapidi progressi della Zoologia e delle scienze affini; ma l'argomento non è stato ancora ripreso con quell'ardore e quella serietà che sono necessari per andar oltre, e due ne sono probabilmente

i motivi. Anzitutto il ciclo evolutivo delle forme che si credono più interessanti, è noto; in secondo luogo il campo è coperto di triboli e spine, mentre la speranza di arrivare a nuove conclusioni è piccola.

Per provare le nostre asserzioni, dovremmo diffonderci in citazioni, se non potessimo rimandare il lettore alla parte storica della grande opera del *Leuckart*, opera che però, sia detto tra parentesi, a tanti pregi unisce un difetto, quello cioè di avere, come dicono i Tedeschi, arrotondata la presente e molte altre questioni. Noi ci limiteremo perciò più sotto a toccare alcuni punti, che a noi paiono meritevoli d'essere messi in rilievo.

Bisogna confessare che anche durante questo periodo, nel quale il ciclo evolutivo dei Cestodi venne negletto, non mancò qualche sprazzo di luce. Il *Braun* precisò alcuni Pesci nei quali trovasi il plerocercoide del *Botriocefalo lato;* dopo di lui, altri ne vennero determinati dallo *Zschokke*, dall' *Ijima* ecc., però nessuno di questi autori arrivò a stabilire come l' embrione di Botriocefalo arrivi nei Pesci. Il *Leuckart* confermò la scoperta del *Ratzel*, che, cioè, il *Caryophyllaeus appendiculatus* (*Ratzel*), sin. di *Archigetes Sieboldi* (*Leuckart*), è un Cestode con caratteri giovanili, ma sessualmente maturo, stato che esso raggiunge nel suo unico oste, che è un Anellide.

Oltre a questi fatti, venne pubblicata sull' argomento un' altra serie di contribuzioni più, o meno imperfette, e talvolta del tutto inattendibili. Riassumiamone alcune.

Il *Marchi* (1) ha semplicemente comunicato d'aver ottenuto nella *Strix flammea* lo sviluppo di un cisticerco, armato di quattro serie di grandi uncini, che ha trovato in un *Ascalabotes*; il lavoro esteso però non venne reso pubblico, e dal *Marchi* stesso non abbiamo potuto avere ulteriori particolari.

Il *Villot* (2) scoperse nei *Glomeris* alcuni cisticercoidi che riferì

(1) *Atti soc. ital. Sc. nat. 1872* Vol. XV *fasc. IV* e *Moniez, Essai monogr. s. l. cysticerques Paris 1880 p.* 115 *(Travaux d. l' Inst. zool. de Lille. T. III* fasc. I)

(2) *Ann. Sc. nat. 6.e Série. T. VIII 1878.*

a Tenie dei *Sorex* (uno *Staphylocystis bilarius*, ad una specie vicinissima alle *T. scutigera* e *scalaris*, ma più probabilmente alla *T. scalaris:* uno *Staphylocystis micracanthus*, alla *T. pistillum:* ed un *Urocystis*, probabilmente ad una Tenia del *Sorex alpinus)* però senza avere sott'occhio queste Tenie, che del resto sono molto imperfettamente note.

Il *Moniez* (1) rinvenne nella Renna un cisticerco che fece sviluppare nel Cane ottenendo una Tenia (*T. Krabbei*), ch'egli giudica nuova.

Il *Linstow* (2) notò nell'intestino di una Perca, *in compagnia di piccoli Crostacei,* un cisticerco, che riferì alla *T. gracilis* delle *Anitre*, in base alla descrizione ed alla figura di questa Tenia data dal molto esatto *Krabbe*; ma domandiamo noi il cisticerco era parassita della Perca o dei Crostacei ?

Il *Gruber* (3) scoperse in un *Cyclops* un cisticercoide, che si crede appartenga alla *T. torulosa* dei *Ciprinoidi.*

Il *Leuckart* riferisce il cisticercoide dello *Stein* verosimilmente alla *T. murina* in parecchi punti del suo Trattato.

Il *Krabbe* (4) ha reso probabile che il *Gryporhyncus pusillus* della *Tinca Chrysitis* diventi la *T. macropeos* dell' *Ardea nycticorax.*

Il *Piana* (5) osservò, non sa bene se nell' *Helix carthusianella* o *maculosa*, un cisticercoide che ritiene appartenente alla sua *T. Bothrioplitis.*

Lo *Zschokke* (6) crede che lo *Scolex polymorphus* sia un giovane *Callobothrium;* anzi il *Monticelli* (7), dopo accuratissimi studi di confronto, e dopo molti sperimenti, pensa che sia precisamente la forma giovanile del *C. filicolle.* Però l'aver ottenuto, dopo un grandissimo numero d'esperimenti fatti cogli *Scolex polymorphus, un so-*

(1) Già sopra citato.

(2) Arch. f. mikros. Anat. 1872. p. 535.

(3) Zool. Anz. T. I p. 74. 1878.

(4) Bidrag til Kundskab om Fuglenes Baendelorme. Copenaghen. 1869.

(5) *Memorie Accad. Bologna.* 1881.

(6) *Mitth. zool. Stat. Neapel. 7. Bd.* 1887. p. 264-271.

(7) *Mitth. zool. Stat. Neapel. 8. Bd.* 1. H. 1888.

lo esemplare giovane di C. filicolle, lascia adito al sospetto che questo esemplare possa essere stato in realtà non giovane, ma ringiovanito, come nel caso del *Mégnin,* che vedremo più avanti.

Molte altre citazioni simili potremmo aggiungere, ma ci sembra che basti questo saggio per dimostrare come questi lavori siano quasi sempre d'induzione, od imperfetti, e quindi lascino campo a dubbi.

E dubbi sorsero infatti per opera di parecchi, per es. dell'*Hering* (1) in Germania e di *A. Costa* (2) in Italia; ma chi in proposito mise il campo a rumore fu il *Mégnin* (3), il quale anzi tentò una rivoluzione in questi studi, sostenendo due grandi leggi: I.° Che le Tenie inermi degli Erbivori sono Tenie perfette, che hanno continuato tutte le loro fasi e subito tutte le loro metamorfosi in un medesimo animale: II°. Che le Tenie armate sono Tenie imperfette, benchè adulte, derivanti dalle medesime larve cistiche, da cui provengono le prime (ogni Tenia inerme avrebbe quindi la sua corrispondente armata), ma, trasportate nell'intestino di un Carnivoro o di un Onnivoro, la loro ultima trasformazione ha subito, sotto l'influenza di questo mezzo, un arresto, caratterizzato dalla permanenza della corona di uncini dello scolice, che è un carattere proprio della larva cistica. Per es., secondo il *Mégnin,* il *Cysticercus pisiformis* del Coniglio diventerebbe la *T. serrata* nell'intestino del Cane, la *T. pettinata* nell'intestino e nel peritoneo del Coniglio stesso; *l'Echinococco del Cavallo,* diventerebbe la *T. echinococco* nell'intestino del Cane, la *T. perfoliata* nell'intestino del Cavallo.

Così si spiegherebbe la presenza delle Tenie negli animali Erbivori.

Pur troppo però si cercano invano le prove di queste brillanti elucubrazioni, nelle Memorie del *Mégnin;* egli appoggia tanto edifizio a poche osservazioni, veramente imperfettissime.

---

(1) *cit. dal* Leuckart.

(2) *Lezioni di Zoologia.* 6.ª ediz. pag. 458 *Napoli. 1886.*

(3) *Journal de l'Anat. et Physiol. Paris. 1879. pag. 225 e seg.*

Più tardi (1) il *Mégnin* ha sostenuto lo sviluppo senz' ospite intermedio, anche delle Tenie armate: ma non ha saputo far valere in favore di questa sua tesi altro fatto che quello di aver trovato in un Cane casalingo, oltre a tre esemplari adulti di *T. Serrata*, una dozzina di giovani, lunghi da tre a cinque millimetri, che dovevano essere derivati dalle uova della Tenia suddetta, perchè il nutrimento del Cane nelle ultime settimane era stato assolutamente puro. Ma, invece che Tenie giovani, non potevano essere Tenie ringiovanite, vale a dire in rigenerazione per la caduta dello strobilo, la quale non di raro verificasi per molte Tenie?

Apparentemente erano molto più serie le osservazioni dell' *Hering* sulla *T. cucumerina;* questi vedeva svilupparsi in certi casi la *T. cucumerina* dopo l'ingestione delle uova, e, accanto all' estrema frequenza della *T. cucumerina* notava la rarità del *Trichodectes*, che si credeva l' unico suo ospite intermedio.

Come si vede, *l' ipotesi d' uno sviluppo senza ospite intermedio fa di tanto in tanto capolino, ma, priva di un serio fondamento, non acquista verun favore.*

Così stava la questione, quando uno di noi, il *Grassi,* venne a riprenderla. Come risulta dalle sue Note preliminari (2), egli ha dimostrato che la *T. murina, s. nana* non ha bisogno dell' ospite intermedio, perchè il suo cisticercoide sviluppasi nello spessore delle pareti intestinali, e diventa libero ed adulto nella cavità intestinale dello stesso ospite.

Ha inoltre sospettato che la *T. murina, la T. ellittica* ed altre potessero svilupparsi anche col mezzo dell'ospite intermedio: ma ha poi abbandonato questo sospetto.

Il fatto inatteso della *T. murina* ci persuase a riprendere il quesito e cercare di determinare l' origine di altre Tenie, di cui il ciclo era sconosciuto e pareva ribelle alla teoria dell' ospite intermedio.

---

(1) *Comptes rendus. 1882.*

(2) V. specialmente *Centralblatt f. Bakt. u. Parasitenkunde. I Jahrg. II. Bd. N. 11 p. 305 e seg.*

Noi vogliamo ora appunto riferire in esteso quelle ricerche, che in via preliminare e sommaria furono annunziate da uno di noi, il *Grassi*, tenendo conto anche delle critiche mossegli, e le altre ricerche che facemmo insieme, delle quali pure una parte dei risultati fu brevemente resa di pubblica ragione. (1).

Crediamo non inutile di qui premettere alcune norme che la pratica ci ha insegnato giovevoli per la ricerca del ciclo evolutivo e più specialmente degli ospiti intermedi delle Tenie.

Non è d'uopo ricordare, quanto è già noto, che p. es. è necessario accertarsi che le Tenie, delle quali si cerca in un dato luogo il ciclo evolutivo, ivi debbono essere comuni; che p. es. gli animali più preferiti dall' oste definitivo sono sempre i più sospetti, ecc.

Vogliamo invece accennare al metodo, che ci ha reso grandi servigi, il quale si riassume nella *limitazione delle forme sospette.* Supponiamo di cercare il ciclo evolutivo della Tenia A; esaminiamo dapprima numerosi *osti definitivi* presi in *molte località, l'una assai differente dall' altra e possibilmente chiuse,* ossia tali che essi non ne possono uscire: a seconda che troviamo, o no in questi osti definitivi, le Tenie A, possiamo molto facilmente escludere vari animali, come osti intermedi, ed altri ammetter quali molto sospetti. Così p. es. se vi hanno Tenie in Galline, le quali sono allevate in locali senza acqua, che scorra superficiale, o senza vasche, e sono state abbeverate con buona acqua potabile, che veniva giornalmente rinnovata, noi possiamo, senz'altro, convincerci che gli ospiti intermedi non sono animali acquatici. Ripetendo la stessa osservazione in ambienti senza Lucerte e senza Molluschi, possiamo escludere le une e gli al-

(1) I.° *Entwick. d. Taenia nana,* in *Centralblatt f. Bakt. u. Paras.* I. *Jahrg.* 1887. II. Bd. No. 11.

II.° *Ciclo evolutivo della T. leptocephala. Catania. 1888. Ed. Tropea.*

III.° *Bandwürmerentwickelung:* in *Centralblatt f. Bakt. u. Paras.* II. *Jahrg. 1888.* III. *Bd. No. 6.*

IV.° *Beiträge z. Kennt. d. Ent. von 5 Parasiten:* in *Centralblatt ecc. II. Jahrg. 1888. IV. Bd. No. 20.*

tri; ripetendola ancora in ambienti, in cui gli osti definitivi non hanno Pidocchi, arriviamo ad escludere anche i Pidocchi ecc; infine facendo osservazioni d' inverno su Pulcini, si escludono moltissime altre forme e si dichiarano sospette poche altre ecc.

Un' altra circostanza crediamo di non dover passare sotto silenzio, e, cioè, che una volta scoperto un cisticerco, od un cisticercoide, la questione non è completamente risolta. Vero è che si può giungere ad una conclusione definitiva, mercè il confronto colla Tenia adulta; questo confronto però non è quasi mai molto serio, se è basato soltanto sulla descrizione delle Tenie, quale è data imperfettamente da non pochi autori, mentre deve essere fatta direttamente su esemplari delle stesse. Quando si fonda su questi, molto più se raccolti nella stessa località, ove si trovano gli ospiti alberganti i cisticercoidi, od i cisticerchi, quando riscontrasi una perfetta corrispondenza, si può, di regola, già conchiudere. Però, potendosi dare un ulteriore ingrandimento degli uncini e delle ventose, anche quando lo scolice è già giunto nell' ospite definitivo, di solito è necessario il metodo classico, inaugurato dal *Küchenmeister*, la prova diretta. Vale a dire che è necessario di ottenere lo sviluppo delle Tenie in ospiti definitivi, che di esse erano prima positivamente privi (privi, non solo per evitare facili confusioni, ma anche pel fatto della refrattarietà, di cui parleremo più avanti, a proposito della *T. murina*), somministrando loro le forme larvali giunte a completo sviluppo. Una controprova si può eziandio avere col far sviluppare i cisticerchi, od i cisticercoidi, negli ospiti intermedi, dando loro col cibo le ova delle rispettive Tenie, ciò che noi, come vedremo, abbiamo potuto conseguire per la *Proglottina*. Dobbiamo però aggiungere che questa controprova riesce molto più difficilmente della prova.

A. TENIA ELLIPTICA E SERRATA.

La *Pulex serraticeps*, ossia la Pulce del Cane, è, almeno in Italia, l'ordinario ospite intermedio della *T. cucumerina*, s. *elliptica*

(Grassi); però a noi è riuscito di dimostrare che anche la Pulce dell' Uomo, che abita molte volte sui Cani, può farne le veci, al pari del *Trichodectes latus*, come ha provato da molto tempo il *Melnikoff*. E qui si noti che quest' ultimo epizoo in Italia è poco frequente, anzi in Sicilia non l' abbiamo ancora potuto vedere, mentre al Nord d' Italia l' incontrammo parecchie volte. L' *Haematopinus*, molto comune in tutta Italia, benchè vicino al *Trichodectes*. non ci si dimostrò capace di concorrere alla propagazione della *T. ellittica*.

Noi trovammo gli embrioni ed i cisticercoidi di questa Tenia nelle Pulci (si cercò abbastanza anche nelle loro larve, ma finora sempre invano); si è nella loro cavità addominale, che si incontrano liberi tutti gli stadi, dall' embrione esacanto di recente uscito dall' uovo, fino al cisticercoide interamente sviluppato ; non abbiamo però mai avuta occasione di sorprendere le uova della Tenia nell' intestino delle Pulci.

Notevole si è che un Cane per più di un mese ci fornì numerose Pulci, tra le quali ve ne era sempre un numero abbastanza considerevole (circa 1 ogni 20), contenente embrioni esacanti, o giovani stadi.

È strana la facilità e la celerità colla quale i Cani si scambiano le Pulci, o ne ricevono, se non ne hanno; basta p. es. talvolta condurre a passeggio per alcune ore un Cane con molte Pulci infette, per riportarlo a casa senza Pulci infette, od anche viceversa, perciò non di raro non sono i Cani, che hanno la *T. ellittica*, quelli che possiedono Pulci coi cisticercoidi di questa Tenia.

Gli embrioni, od i cisticercoidi, che si trovano in una Pulce, sono sempre in un periodo simile, od eguale di sviluppo ; possono essere 50 e più, ma non di raro sono appena 1-2-3; quando sono così pochi, sono notevolmente più grossi. Nella dissezione della Pulce in un liquido indifferente, fuorescono e si mostrano come una fina polverina bianca, a riflessi argentini, e l' occhio esercitato può riuscire, senza aiuto di lenti, a distinguerli dalle ova del loro ospite.

Che, specialmente per i caratteri del rostello, i cisticercoidi della Pulce abbiano ad appartenere alla *T. ellittica*, è cosa che risulta evidente dalla parte morfologica del presente lavoro; nessuna altra Tenia si conosce, la quale possegga un rostello simile.

Quanto però ci fu facile arguire dalle nostre osservazioni, fatte a Catania e ripetute a Rovellasca ed a Milano, che i cisticercoidi, cioè, della Pulce dovevano spettare alla *T. ellittica*, altrettanto ci riuscì difficile di provarlo sperimentalmente.

Aprendo con aghi le Pulci sul portaoggetti nella nota soluzione indifferente d' albume e di cloruro di sodio, allorquando comparivano i cisticercoidi, facevamo leccare il portaoggetti stesso da giovani Cagnolini: anche una persona che non vuol essere nominata, ne trangugiò parecchie volte. Ci sorprese il fatto che nè i Cagnolini, nè questa persona si infettarono di *T. ellittica*. Ciò è probabilmente in rapporto colla circostanza che le Pulci devono essere inghiottite intiere, o quasi, perchè possano i cisticercoidi sorpassare lo stomaco, senza venir uccisi dai succhi gastrici; in certo qual modo il corpo della Pulce supplirebbe alla mancanza di involucri nella larva della *T. ellittica*.

Ma questi esperimenti negativi potrebbero anche interpretarsi contro l' induzione che le Pulci fossero l'ospite intermedio, specialmente da chi non conosce che fatti simili si verificano anche per altri Elminti, ad es. per gli *Ascaris* (*Grassi*). Questa interpretazione però cade davanti ai seguenti esperimenti che, condotti rigorosamente e sommati assieme, danno indirettamente una prova irrefutabile.

1°. Tenemmo un Cane, con molte *T. ellittiche*, legato in una camera, nella quale non si potevano certamente trovare uova, che non fossero di questa Tenia; dopo 20 giorni le Pulci di questo Cane presentavano molti embrioni esacanti, ancora senza la lacuna primitiva.

2°. A molti Cagnolini neonati e conviventi colle madri (queste erano senza *T. ellittiche*, senza Pidocchi e con pochissime Pulci) facemmo inghiottire numerose Pulci, di cui non poche erano pre-

sumibilmente infette (ciò arguivasi da opportuni saggi fatti sopra un certo numero di Pulci), ed ottenemmo *costantemente* l'infezione. Ed infatti nell'intestino di questi Cagnolini, riscontrammo le Tenie di una lunghezza, che bene corrispondeva coi giorni passati dalla ingestione (di 2 mm. se i Cagnolini venivano uccisi dopo 3 giorni, di 4 mm. se dopo 4 giorni, mature se dopo 15). Aggiungasi che altri Cagnolini, figli delle stesse madri e conviventi cogli infettati, ai quali non si era somministrato Pulce alcuna, non albergavano le Tenie.

3.° Isolammo due Cagne, alla fine della gravidanza, una in una camera, l'altra in un'altra: una (la prima) senza Pidocchi, senza *T. ellittica* e con Pulci presumibilmente molto infette, l' altra (la seconda) con Pulci presumibilmente non infette, senza *T. ellittica* e senza Pidocchi. Uno dei tre figli che fece la prima, quando aveva cinque giorni, venne sezionato e presentò alcune *Tenie ellittiche* molto piccole; gli altri due ne ospitavano moltissime, già mature, dopo un mese. I quattro figli della seconda restarono per un mese senza Tenie, come dimostrò l' esame diretto del loro intestino, fatto dopo questo periodo di tempo, e si osservi che si aveva avuto cura di far loro inghiottire giorno per giorno numerose uova della Tenia ellittica, ciò che si era accuratamente evitato, che accadesse, pei piccoli della prima Cagna.

4.° Ripetemmo l' esperimento terzo con due altre Cagne, l'una senza Pulci, senza Pidocchi e senza Tenie, e l' altra senza Tenie, senza Pidocchi, ma con molte Pulci presumibilmente grandemente infette; ne abbiamo ottenuto simile risultato, cioè l' infezione dei figli della seconda, e la preservazione di quelli della prima.

Evidentemente nei casi 3.° e 4.° l'infezione era avvenuta colle Pulci; i Cagnolini le avevano inghiottite, leccando le madri, come sogliono fare di spesso, quando cercano la poppa. A togliere il sospetto di un' altra via di infezione, noteremo che le Cagne ricevevano soltanto pane ed acqua pura bollita: i Cagnolini, anche di un mese d' età, non abbandonavano ancora i cesti, in cui erano stati partoriti, e vivevano ancora solamente di latte materno; infine

i locali, nei quali venivano tenute le Cagne coi Cagnolini, erano pulitissimi, non frequentati da Insetti, eccetto le Mosche, che certamente non possono fare da ospite intermedio alla *T. ellittica*, giusta le nostre numerose osservazioni in proposito.

Dopo che determinammo la grande frequenza dei cisticercoidi nelle Pulci, ci facemmo la domanda: come va che in Italia non si è ancora verificato alcun caso di *T. ellittica* nell' uomo? Che l' italiano goda refrattarietà per questa Tenia?!

I sopracitati e molti altri esperimenti diretti escludono in modo assoluto la possibilità dello sviluppo della *T. ellittica* senz' ospite intermedio, possibilità che era stata messa innanzi dall' *Hering*, sospettata da uno di noi (*il Grassi*) e confermata dal *Lutz* ecc.

Possiamo inoltre aggiungere di aver fatto molti esperimenti per ottenere lo sviluppo senz' ospite intermedio della *T. serrata*, anche essi senza il più lontano accenno a risultato positivo, ciò che annulla l' osservazione del *Mégnin*.

B. TAENIA NANA e MURINA

Dimostreremo che la *T. murina, Duj.*, e la *T. nana* (che riteniamo tutto al più una semplice varietà della *T. murina*, come vedremo più sotto), si sviluppano senza ospite intermedio.

Il *Leuckart* asserisce parecchie volte nella sua classica opera (p. es. a pag. 458, 2ª ediz.) che il cisticercoide del *Tenebrio molitor* verosimilmente appartiene al ciclo evolutivo della *T. murina*; verso la medesima opinione inclina il *Küchenmeister*. Anche il *Grassi* la mise innanzi, indipendentemente dal *Küchenmeister* e dal *Leuckart*, e quando ebbe il piacere di vedere che questi illustri elmintologi lo avevano preceduto, si confermò in essa, molto più che il *T. molitor* è già stato riconosciuto come ospite intermedio di un altro parassita dei Topi (*Spiroptera*).

Perciò il *Grassi* fece numerosi tentativi per ottenere lo sviluppo delle *T. murina* e *nana* nei *Tenebrio*. I primi sperimenti non gli riuscirono, ma erano però anche poco persuasivi, o perchè i

Vermi della farina dopo 8-10 giorni non si mostravano più vivaci e qualcuno moriva, o perchè le fecce, contenenti le uova, disseccavano, oppure putrefacevano prontamente. A poco a poco egli imparò a far gli esperimenti in modo veramente convincente, ma il risultato era sempre negativo, usando eziandio di larve giovani, anzichè vecchie, ovvero di larve vicino alla muta ecc. Nello stesso tempo egli ed il *Calandruccio* sezionarono migliaia di larve di *Tenebrio* raccolte in luoghi, ove i *Mus decumanus* erano infetti da *T. murina*, ma una volta sola ebbero il piacere d' imbattersi in due cisticercoidi dello *Stein;* il loro scolice, da un esame superficialmente fatto per non ucciderli, sembrò identico a quello della *T. murina*: essi servirono per una esperienza sull' Uomo, che riuscì però negativa.

Le osservazioni e gli sperimenti del *Grassi* e del *Calandruccio* non si limitarono ai soli Vermi della farina, ma furono estesi a moltissime altre forme. Fu facile di escludere quali ospiti intermedi i Vertebrati; per un momento tuttavia si dubitò che la trasmissione avvenisse mercè la carne di Pecora, dubbio che venne subito eliminato dal *Calandruccio*, limitando perciò il campo agli Invertebrati.

Dietro la guida fornita da un minuto esame di 24 casi di *T. nana* (20 in Sicilia e 4 in Lombardia), in parecchi dei quali esse erano numerosissime, cioè a migliaia, il *Grassi*, aiutato dal *Calandruccio*, esaminò qualunque animale sospetto anche alla lontana e sopratutto molte specie di Artropodi, Molluschi e Vermi. In particolare le ricerche vennero fatte minuziosamente sui Molluschi commestibili (benchè per due casi verificati in Lombardia con *Tenie nane* numerosissime, si potesse *a priori* escluderli), sui Gasteropodi nudi e specialmente su quelli che si trovano comuni nelle lattughe e che il volgo in Sicilia denomina *amarozzoli* dal loro sapore (appartengono al genere Amalia), sui Pidocchi (dei quali, per questi esperimenti, il *Calandruccio* ebbe il coraggio di riempirsi per un paio di mesi), sulle Mosche, sulle Pulci (prese in locali dove eravi una bambina infetta da molte *T. nane*), sul *Bruchus*, comune nelle fave ecc. I risultati furono sempre negativi.

Successivamente noi, per le ricerche su un' altra Tenia del *Mus*

decumanus, riesaminammo molto materiale sospetto, ma sempre invano.

Tutti questi fatti acquistano il loro reale valore quando si tien conto delle circostanze che a Catania, luogo precipuo delle nostre ricerche, la *T. murina* è molto frequente; i Topi, presi in certe località, ne possiedono sempre almeno 1-3, non di rado 6-8, o più; qualche volta però, anzi assai meno di rado di quanto credevamo un tempo, ne presentano anche centinaia.

Nell' uomo poi la *T. nana* è oltremodo comune; come già dicemmo, un solo individuo ne può ospitare migliaia, quasi sempre non meno di un centinaio. Il *Grassi* ed il *Calandruccio* ne verificarono 20 casi in circa 250 esami, fatti, per ragioni facilmente immaginabili, a preferenza sui ragazzi dai 4 ai 14 anni. In generale si è certi che su trenta ragazzi, uno almeno alberga la *T. nana*; perciò questa Tenia è in Sicilia molto più frequente delle altre.

Dopo tutti questi studi risultava naturale di ammettere che, se la *T. murina* e la *T. nana* avessero un ospite intermedio, noi avremmo dovuto trovarlo. L' unico sospetto riguardava la larva del *Tenebrio molitor Stein*; ma anche siffatto sospetto non ci è stato convalidato dalle molte indagini, che facemmo in proposito.

Il *Moniez*, che a torto attribuisce al *Grassi* solo l' ipotesi messa innanzi dal *Küchenmeister* e dal *Leuckart*, che cioè il cisticercoide del *T. molitor* appartenga alla *T. murina* (1), viene senz' altro a sostenere che il suddetto cisticercoide spetta alla *T. microstoma* del *Mus musculus*; aggiunge che anche il *Linstow (in litt.)* ha manifestato la stessa opinione, la quale noi ci guardiamo bene di rifiutare, ma ci concederanno i due egregi elmintologi di ritenerla per ora non dimostrata, dal momento che le *T. nana* e *murina* possono avere lo stesso numero di uncini, che ha il cisticercoide dello *Stein*, e visto che la forma di questi, stando alle figure, è quasi identica, e l' unica differenza consiste nella loro lunghezza (da 3 a

(1) *Comptes rendus de l'Acad. de Paris.* 1. sem. 1888 e *Les parasites de l'Homme. Paris. Baillière et fils.* 1889. pag. 127 e seg.

6 μ), lunghezza la quale è minore nel cisticercoide dello *Stein*, che nelle *T. nana* e *murina*, mentre è risaputo che gli uncini possono ingrandire anche dopo che la Tenia è arrivata nell'oste definitivo.

Insomma non vediamo che esista una prova sicura per la quale il cisticercoide dello *Stein* debba appartenere alla *T. microstoma*, piuttosto che alla *T. murina*. Vi ha di più. Pur troppo la *T. microstoma* è molto difficile ad aversi, al pari del cisticercoide dello *Stein* (non ostante che nè l'una, nè l'altro si possano dire molto rari, perchè infinite sono le coorti dei *Mus musculus* e delle larve del *T. molitor*); non potemmo quindi fare tanti esperimenti; però parecchie volte alle larve del *Tenebrio molitor* abbiamo fatto mangiare uova di *T. microstoma*, senza ottenerne uno sviluppo ulteriore. L'esperimento vuol essere rifatto, ma intanto havvi il sospetto che possa riuscire negativo.

In ogni caso però noi non possiamo pronunciarci definitivamente (1), come hanno fatto il *Linstow* ed il *Moniez*, a rischio e pericolo di essere smentiti. Lasceremo adunque la questione impregiudicata. (2) Ripetiamo però che gli studi surriferiti per noi, che sappiamo con quanta pazienza li facemmo, basterebbero già ad escludere che la *T. nana* e la *T. murina* si sviluppassero con ospite intermedio; ci sono però anche le prove positive tanto per la *T. murina* quanto per la *T. nana*.

Dopo le figure, che abbiamo potuto dare nel capitolo morfologico di questo lavoro, il lettore potrà facilmente persuadersi della serietà dei nostri esperimenti fatti colla *T. murina*; perciò invece di riferirli in lunghe pagine, ci limitiamo a qui riassumerli.

I primi risultati positivi furono ottenuti con 34 albini del *Mus decumanus*, dell'età di 1-3 mesi, allevati in gabbie pulite (una cui

(1). Il Grassi non ha mai asserito categoricamente che il cisticercoide dello Stein appartenga alla *T. murina*, solo ha avanzato un sospetto, un suo modo di vedere, come chiaro risulta dalla sua nota preliminare.

(2) Avemmo più tardi occasione di far l'esperimento inverso a quello sopra riferito, vale a dire demmo a mangiar al *Mus musculus* cisticercoidi dello Stein provenienti dal *Tenebrio molitor*, ed ottenemmo lo sviluppo delle *T. microstoma*. Resta così dimostrata l'ipotesi del Moniez. Gli uncini sono molto differenti da quelli della *T. murina* (v. tav.ª IV fig.ª 19).

parete era fatta di rete metallica) e dopo lo slattamento nutriti soltanto con pane ed acqua pura. Aggiungiamo subito che le loro madri, colle quali essi avevano convissuto appena durante l'allattamento, non ospitavano alcuna Tenia, ciò che era provato dell' esame della feccia prima e colla diretta osservazione dell' intestino dopo. Gli esperimenti furono ripetuti *11 volte*, ogni volta con 1-2-3 dei 34 Topi bianchi, ai quali si erano somministrate più o meno numerose proglottidi mature della *T. murina* e con 1-2 degli stessi 34 Topi, che non avevano inghiottito alcun ovo di Tenia. Questi e quelli venivano messi in gabbie nuove e nutriti come sopra si è indicato. Costantemente nei primi si svilupparono più o meno numerose le Tenie (alcune volte più di cento), mentre nei secondi non se ne trovò mai alcuna.

La celerità, con cui le Tenie si sviluppavano, variava coi differenti individui e probabilmente anche colle stagioni. In generale già dopo 4-5-8 giorni si trovavano Tenie lunghe 3-5-8 mm., cioè o soltanto con un lungo collo, ovvero con proglottidi evidenti; dopo 15 giorni, si trovavano Tenie con proglottidi contenenti talora già ova mature; dopo 30, comparivano le prime ova nelle feccie.

Si volle precisare il tempo necessario allo sviluppo del Cisticercoide. Si vide che 24-36-50 ore dopo l' ingestione delle proglottidi, nelle pareti degli ultimi 10-12 cm. dell' intestino tenue, stavano annidate le oncosfere, già a forma di girino (con o senza accenno del rostello e delle ventose) non ancora invaginate, o già invaginate.

L' esame fatto ore 40-50-70 dopo l' ingestione, rilevò che le oncosfere erano diventate giovani scolici, elevati dal fondo della cavità di invaginazione, ma ancora senza uncini definitivi; dopo 80-90 ore riscontraronsi i cisticercoidi cogli uncini definitivi.

Notiamo che, se si fornisce ai Topi una sol volta le proglottidi di *T. murina*, di solito si ottengono stadi di sviluppo molto prossimi l' uno all' altro; se parecchie volte, a 3-4 ore di distanza, talora si ottengono stadi lontani l' uno dall' altro, talora no.

Come il cisticercoide diventi libero, non abbiamo ben verificato. Fatto sta che, quando è quasi maturo, occupa quasi tutta la grossezza

del villo, il connettivo restando compresso contro all' epitelio; è probabile che ad un certo punto possa arrivare a far scoppiare il villo (1). Questi esperimenti fatti nell'anno scolastico 1886-87 dal *Grassi* furono da noi ripetuti molte volte nell' anno 1887-88 e si poterono pienamente confermare; si ebbe a notare soltanto che la maturanza delle Tenie può tardare d' un mese e più, e che non di rado le Tenie, o prima o dopo di esser maturate, scompaiono; ciò vuol dire che i Topi se ne liberano, non sappiamo nè come, nè quando.

Già nel 1886-87 si era osservato che soltanto gli esperimenti coi Topi bianchi in età di 1-3 mesi, davano risultato costantemente positivo; quelli coi Topi non ancora di un mese (lattanti) o di più di tre mesi riuscivano, ma di raro, e non si ottenevano quasi mai molte Tenie; lo stesso era accaduto coi *Mus decumanus* non albini, anzi in questi molte volte l' esperimento non riusciva, anche quando avevano 1-3 mesi di età. Si era anzi in proposito notato che le condizioni di digiuno dell' animale, il dargli molte proglottidi ecc. erano senza influenza. Risultava perciò evidente da parte di molti individui una certa refrattarietà, paragonabile a quella di cui godono di regola Uomini ed Animali per gli *Ascaris*, e forse non spiegabile coll' azione troppo intensa del succo gastrico, perchè nelle feccie di quei Topi, nei quali le Tenie non si sviluppano, compaiono presto, o tardi le uova inghiottite, apparentemente intatte.

Durante l' ultimo anno scolastico, abbiamo confermato questi dati non solo, ma siamo arrivati alla conclusione che i Topi, ben-

(1) Il *Leuckart (Centralblatt f. Bakt. u. Parasitenkunde. II Bd. N. 24 p.* 718 *e seg.)* ed il *Moniez* (l. cit.) mi hanno molto frainteso, e credo che la colpa spetti interamente a loro. Io insomma avrei scritto " *che alle volte si sviluppa la T. murina passando per un periodo di cisticercoide (con ospite intermedio) ed alle volte no (senz' ospite intermedio)* „; ma leggano attentamente, li prego, la mia Nota e vedranno che io non ho presentato loro un enigma da sciogliere, sibbene che descrivo gli esseri, da me trovati nelle pareti dell' intestino, come forniti di *cisti* o di *coda*, li dico *larve*, e li paragono al cisticercoide dell'*Arion* e più avanti scrivo: " Es ist jedoch eine Thatsache, dass die von dem Stein' schen Cysticerkoiden präsentirten Formen den von mir oben beschrieben (im Darm der Ratten) sehr ähnlich sind und dass die wenigen Verschiedenheiten, welche hauptsächlich den Schwanzanhang betreffen, als eine, durch das Leben in einen ungewöhnlichen Wirthe bedingte Entartung erklärt werden können „. — *Grassi.*

chè ancora dell'età di 1-3 mesi, se albergano di già *Tenie murine,* presentano una refrattarietà allo sviluppo di altre, refrattarietà maggiore o minore, a norma del numero che ne ospitano. Perciò in generale *l' aver già le Tenie murine, preserva i Topi da una nuova invasione;* fors'anche la madre trasmette ai figli questa refrattarietà; almeno ciò supponiamo per spiegare altri ripetuti insuccessi seguiti ad esperimenti fatti in ottime condizioni (1).

Comunque sia, esiste una refrattarietà da precedente invasione, e ciò richiama alla mente quei fatti che si vanno oggigiorno sempre più mettendo in luce sui Batteri.

Questa refrattarietà spiega perchè non riscontrammo quasi mai alcun cisticercoide nei Topi, che avevano le *Tenie murine*, e come queste non si moltiplicano continuamente nel loro intestino. Ad impedire siffatta moltiplicazione concorre però un' altra circostanza, e, cioè, gli involucri, in cui trovasi ravvolto l' embrione esacanto; essi non sono nè intaccati, nè rammolliti dai succhi di quella parte dell' intestino, in cui le uova vengono eliminate (parte posteriore del tenue), nè *a priori* ci riesce possibile ammettere che l' embrione esacanto possa attivamente aprirsi una strada attraverso questi involucri: aggiungeremo anzi che molte osservazioni dirette in proposito riuscirono sempre negative. Perciò in certo modo la *T. murina* si comporta come l' *Oxyuris vermicularis* (2), cioè dire le uova di *T. murina*, perchè si sviluppino ulteriormente, debbono passare attraverso stomaco, duodeno e digiuno, ove il loro guscio viene rammollito, e permette così l'uscita dell'oncosfera.

Passiamo ora all' uomo. Finora si fecero dal *Grassi* e dal *Calandruccio* soltanto otto sperimenti, di cui 6 in adulti e 2 in fanciulli (nè questi, nè quelli presentavano uova di *T. nana* nelle fecce), dando loro a mangiare uova e proglottidi (specialmente

(1) Recentemente il *Vogel* (U. Bau u. Entwick. des *Cysticercus fasciolaris; Osterwieck (Harz)* 1888. *Ed. Zickfeldt.*) ha trovato refrattarietà pei cisticerchi fasciolari da parte dei Topi, che ne ospitavano già un esemplare. La refrattarietà potrebbe spiegare il perchè presso gli Abissini è uso di non liberarsi dalla Tenia?

(2) Anche qui il *Leuckart* ha frainteso il *Grassi,* e glielo ha già fatto osservare il *Lutz.*

quest' ultime non in buone condizioni) di *T. nana* e quasi sempre contemporaneamente uova, o proglottidi di *T. murina*. I risultati furono tutti negativi, eccetto nel seguente caso: un fanciullo di 5 anni, dopo quindici giorni che aveva inghiottito soltanto *molte proglottidi di T. murina*, presentò uova di *T. nana* nelle sue fecce e più tardi coll' antielmintico eliminò circa 50 *T. nane*. Si può aggiugere che un fanciullo, il quale (giudicando dalle fecce) non ospitava *T. nane* e raccoglieva le fecce d'un altro che ne albergava, un mese dopo se ne trovò infetto.

Come si vede, gli sperimenti sull' Uomo non sono affatto persuasivi, ed il dubbio si rinforza quando si pensa che vennero eseguiti in un paese, in cui la *T. nana* è molto frequente e che essa può esistere nell' intestino senza manifestare la sua presenza colle uova nelle fecce.

Non ostante questo dubbio, sia che si ammetta che la *T. nana* è *unum et idem* colla *murina*, sia che si ritenga una semplice varietà (1), il complesso degli studi fatti da noi e dal *Calandruccio*

---

(1) Il *Moniez* (Compt. rend. de l' Acad. Paris 1888. I Sem.) e prima di lui il *Linstow* (in litt.) ritengono che non sia vero quanto il *Grassi* (Centralblatt. f. Back. u. Paras. 1 Jahrg. 1887 II. Bd. N. 10, p. 282 e seg.) sostenne: che la *T. nana* sia tutto al più una semplice varietà della *murina*. Le differenze, secondo questi autori, sarebbero importanti; enumeriamole, contrapponendo ad esse le nostre osservazioni.

La *T. nana* misura da 15 a 20 mm., la *murina* da 30 a 40.

È difficile lo stabilire le misure esatte della *T. nana*, non potendosi mai averla sott' occhio viva e quindi presumibilmente intiera. Ve ne sono però di quelle di 30 mm.; molte volte la *T. murina* non supera i 20 mm., ancorchè adulta da molto tempo. Nella sistematica delle Tenie, la lunghezza non fornisce di solito un buon criterio (*T. ellittica, Botriocefalo lato*).

L' embrione della *T. nana* misura 18 μ. di diametro ed è rotondo, quello della *T. murina* è ovale ed il suo più grande diametro (tubercoli esclusi) misura 27 μ. su 21 di larghezza: due tubercoli saglienti, che non si osservano sugli embrioni del primo, si rimarcano alle due estremità del grand' asse del secondo.

Cominciamo (Tav. III; fig. 1 e 2) ad osservare che i due tubercoli appartengono alla sottile ed elastica membrana interna, circondante l'embrione, e non all'embrione; si noti che non sono neanche esattamente ai due poli; si avverta anche che la differenza dei tubercoli è stata veduta dal *Grassi* prima che dal *Moniez* (V. *Centralblatt.* s. cit.). Anzi il Grassi ha già notato che esistono, benchè appena accennati, anche nella *T. nana*. Ora possiamo aggiungere che qualche volta nella *T. nana* sono abbastanza

autorizza a ritener come certo, che è immediato (cioè senza ospite intermedio) anche lo sviluppo della T. nana.

La storia di una serie di casi di T. nana riscontrati in ragazzi di famiglie benestanti durante gli anni 1890-91 ha interamente confermata questa conclusione.

In parecchi casi vedemmo in una famiglia infettarsi un ragazzo, e successivamente dopo 2-4 mesi parecchi fratelli e sorelle, i quali certamente non avevano inghiottiti Invertebrati con cisticercoidi. Ugualmente istruttivi riuscirono parecchi casi di recidive a distanze più, o meno lunghe.

C. TENIE DEI POLLI.

Siccome in Italia i Polli albergano molto di frequente numerosi esemplari di parecchie Tenie, e ciò verificasi anche nel *piano lom-*

---

spiccati e, viceversa, non di raro nelle nova di *T. murina*, che si osservano isolate nelle feccie dei Topi, o non sono quasi accennati, od appena indicati, come nella *T. nana*. Probabilmente si tratta di due prominenze cave e nella loro cavità si estende il liquido che circonda l' embrione; queste prominenze possono perciò crescere e diminuire a norma dell' abbondanza di questo liquido e delle condizioni di espansione, o meno, della membrana, a cui appartengono. Riguardo alle dimensioni in generale ed alla forma dell' embrione, se si esaminano nova fresche, non si rileva mai la menoma differenza tra quelle di *T. nana* e quelle di *T. murina*.

Gli uncini dell' embrione esacanto nella *T. nana* sono di 1 μ. più corti.

! !

Ma è difficilissimo di vederli a causa delle numerose granulazioni vitelline; la loro nettezza al contrario è notevolissima nella *T. murina*.

Si vedono difficilmente nelle nova di *T. nana* mal conservate.

Ecco le differenze, colle quali si confutano le conclusioni del *Grassi!* Nel lavoro sui parassiti dell' Uomo (1889) il *Moniez* fa spiccare che il *Grassi* gli ha scritto che non *ha potuto finora far sviluppare nel Topo* la *T. nana;* ciò è vero, come lo è del pari che *non ha, con ogni sicurezza, ottenuto lo sviluppo della T. murina nell' uomo.*

Si deve però accordare ben poco valore a questi esperimenti, prima perchè c' è di mezzo la refratterietà, che risulta evidente da quanto sopra si è detto anche pei Ratti stessi, cosicchè senza gli albini a quest'ora non si sarebbe ancora conchiuso nulla, e poscia perchè non si ebbe mai un caso di individuo colle *T. nane*, che eliminasse fecce non molto putrefatte, od almeno non molto rapidamente putrefacentisi. Da ciò potrebbe benissimo dipendere l'insuccesso degli esperimenti ten-

bardo asciutto (qui sono stati fatti i nostri studi, ed a preferenza a Rovellasca ed a Cogliate), che ha una fauna molto scarsa, ci sembrò opportuno di rivolgere ad esse le nostra attenzione, fiduciosi di trovare almeno per qualche forma lo sviluppo immediato, o mediato, o l'uno e l'altro ad un tempo.

Le Tenie dei Polli da noi vedute in Lombardia (piano lombardo asciutto) sono le seguenti:

1.° *T. proglottina, Dav.* (non *proglottidina*, come scrisse il *Piana*, e noi pure seguendo il *Piana* stesso).

2.° *T. infundibuliformis, Göze* (nec *Dujardin.*)

3.° *T. cesticillus, Molin (infundibuliformis, Duj.)*

4.° *T. cuneata, Linstow.*

5.° *T. tetragona, Molin.*

6.° *T. bothrioplitis, Piana.*

---

tati colle uova di *T. nana*, non avendo noi mai potuto dare ai Topi proglottidi di *T. nane* viventi ancora (col felce maschio queste escono tutte rotte e macerate).

Non vogliamo tacere che in un caso recente, in cui però l'esperimento non si è potuto condurre con tutte le cautele necessarie, avemmo l'infezione dei Topi bianchi, crediamo, colle uova di *T. nana.*

Ad appoggiare sempre più l'identità della *T. nana* colla *murina* concorre anche la circostanza che ad altri parassiti del Topo è sensibile l'Uomo *(T. leptocephala, Echinorinco moniliforme, Trichina ecc.).* Il *Grassi* ha inoltre notato che nelle uova di *T. leptocephala,* eliminate dall'Uomo colle fecce, la membrana interna del guscio è regolarmente ellittica e non presenta quasi mai quei due tubercoli, presso a poco ai due poli, che si veggono frequentemente nelle uova della Tenia stessa, quando vengono eliminate colle fecce del Topo; ciò trova perfetto riscontro in quanto osservasi (v. sopra) anche per la *T. nana.*

Riguardo alla distribuzione geografica, non crediamo giusto di ammettere col *Moniez* che sia limitata per la *T. nana* ed illimitata per la *T. murina*, ed infatti in Italia il *Grassi* ha rinvenuto dappertutto, ove le ha cercate, tanto la *T. nana*, quanto la *murina;* egli ebbe poi a riscontrare la *T. nana* in un ragazzo italiano, proveniente da Marsiglia, ove era stabilito da vari anni. Non si dimentichi che la *T. nana* è stata trovata anche in Inghilterra (*Ranson* in *Lancet:* 1888); per altri paesi mancano finora le osservazioni; del resto ammettiamo che nelle regioni, dove la pulizia è molto curata, la *T. nana* deve essere molto rara.

Recentemente R. Blanchard torna sull'argomento nella sua interessante *Historie zoologique et médicale des Téniades du genre Hymenolepis*, Paris, 1891: siccome egli si basa sulla descrizione della *T. murina,* fatta imperfettamente dal Dujardin (1845), così risponderemo semplicemente che le comparazioni da noi fatte tra esemplari di *T. murina* e di *T. nana*, ci permettono di negare le differenze riportate da R. Blanchard.

Quanto alla distribuzione geografica stata invocata dallo stesso A. osserveremo che in Germania e in Francia non si fecero ancora sufficienti ricerche.

In Sicilia cercammo meno, e le specie che abbiamo notate sono la 2.ª, la 3.ª, la 5.ª e la 6.ª

Non ci è mai riuscito di osservare la *T. exilis, Duj.* e la *T. echinobothrida, Méguin;* quest'ultima è però forse sinonima di *bothrioplitis, Piana;* lo è fors'anche la *exilis* ?

Con quasi tutte le forme da noi trovate facemmo numerosissimi sperimenti, diretti a determinare l'esistenza del ciclo immediato di sviluppo; tutti, per quanto condotti accuratamente e ripetuti, con grande costanza, riuscirono negativi, e perciò dobbiamo credere che le Tenie dei Polli si sviluppino mercè l'ospite intermedio.

Noi abbiamo determinato quest'ospite intermedio per tre specie; per una quarta era già stato notificato e noi possiamo quasi confermarlo. Restano due altre Tenie, una inerme (la *T. tetragona*) e non tanto comune, quantunque, dove si trova, sia sempre numerosa, l'altra armata (la *T. cesticillus*) e caratterizzata dalla sua testa grossa con un grandissimo rostello. Sulla prima le nostre ricerche furono poco numerose. Della seconda invece ci siamo occupati molto e siamo sicuri di essere vicini a raggiungere la meta.

Veniamo a parlare in particolare delle varie forme, lasciando in disparte, per l'or detta ragione, la *T. tetragona.*

T. PROGLOTTINA

La *T. proglottina. Dar.* (1) non raggiunge la lunghezza di 1 mm.; possiede al massimo quattro proglottidi, di cui le posteriori facilmente si staccano, vivono e si sviluppino libere, acquistando una lunghezza considerevole (persino 3 mm.). Sul rostello porta circa 80 piccoli uncini, disposti alternativamente in duplice fila: le ventose sono fornite di uncini ancora più piccoli e situati su tre ordini, quantunque riesca difficile di ciò precisare su tutta la sua periferia pel differente livello, a cui essi vengono a trovarsi.

(1) *Traité d' entozoires. Paris.* 1878.

La *T. proglottina* è oltremodo comune in Lombardia (piano lombardo asciutto; per es. a Rovellasca ed a Cogliate). Ospiti intermedi sono i *Limax* e, precisando, il *L. cinereus*, *Lister*, il *L. agrestis*, *Linn.* e più comunemente il *L. variegatus*, *Drap.* (dobbiamo la classificazione di questi due ultimi *Limax* al Prof. *Sordelli* di Milano). Essi possono ospitare gran copia di cisticercoidi della *T. proglottina* nei vari organi (cuore, fegato, rene, muscolatura del piede ecc. ma è particolarmente nel rene che essi si annidano).

A prima vista non si crederebbe che i *Limax* fossero gli ospiti intermedi di una Tenia dei Polli, per i costumi differenti; poichè, mentre questi si cibano di giorno, i primi fanno vita pressochè notturna. Ma quando si considera che i *Limax* stanno nascosti sotto immondizie, od altro materiale, che può di leggeri venir rimosso dai Polli, si comprende come quelli da questi possono facilmente venir divorati. Riguardo poi ai *Limax*, non è necessario supporre che gli embrioni della *T. proglottina* abbiano a penetrare casualmente nel loro tubo digerente, imbrattandosi dello sterco dei Polli i vegetali, dei quali si nutrono. Noi abbiamo infatti avuto occasione di accertarci più volte come la *T. proglottina* sia un cibo molto appetito dai *Limax*, più che nol sia ad es. la foglia del cavolo. Se su questa si pongono le Tenie in discorso, si vedrà che vi accorrono e le mangiano avidamente, rispettando il vegetale, di cui solitamente si cibano con piacere.

Che il cisticercoide dei surriferiti *Limax* appartenga al ciclo della *proglottina*, oltrecchè appalesatoci dalla comparazione di esso collo scolice della Tenia, fu da noi accertato sperimentalmente, mercè prova e controprova. Avendo fatto deglutire a vari Pulcini, immuni da Tenie, pezzi di *Limax*, contenenti i cisticercoidi, dopo 4 giorni ne sagrificammo alcuni e notammo nel loro intestino parecchie *T. proglottine*, provviste di scolice e di una proglottide; dopo 8 giorni ne uccidemmo altri e rinvenimmo le Tenie per intiero sviluppate, vale a dire con 4 proglottidi giovanissime e senza proglottidi libere. Avendo di nuovo recentemente ripetuto l'esperimento, come sopra, con numerosi cisticercoidi, ottenemmo

dopo 15 giorni in notevole quantità le proglottidi libere e mature.

La controprova consistette nel far sviluppare nei *Limax* i cisticercoidi, dando loro proglottidi mature, dopo di esserci quasi accertati che non ne erano prima infetti per la provenienza (località non visitata dai Polli) e per l' esame di vari esemplari. L' esperimento riuscì benissimo, e di venti *Limax*, in meno di 20 giorni, erano riccamente forniti di cisticercoidi dieci, che avevano mangiato le proglottidi, mentre non ne contenevano i dieci altri, che non ne avevano mangiato.

Noi abbiamo accennati già parzialmente questi fatti in una nota preliminare (1), nella quale sospettammo che nei luoghi da noi studiati i *Limax* non fossero sufficientemente diffusi per spiegare la grande quantità e frequenza della *T. proglottina*. Però, dopo molte nuove osservazioni, siamo disposti a rigettare questo sospetto.

T. INFUNDIBULIFORMIS

La *T. infundibuliformis*, Göze (2) raggiunge una lunghezza di 200 mm. ; possiede il rostello armato da una semplice fila di uncini, in numero vario da 16 a 20.

Essa è moltissimo diffusa, anche là, ove le altre specie sono rare. Così p. es. nei Pulcini, che le donne povere allevano nei loro tuguri a Catania, proprio nel centro della città, mentre difettano in generale le altre Tenie, la *infundibuliformis* esiste in gran quantità.

La ragione si è che l' oste intermedio è la Mosca *(Musca domestica L.)* Noi abbiamo nella sua cavità addominale trovati varie volte da 2 a 30-35 cisticercoidi, il cui scolice è identico a quello della *T. infundibuliformis*. Nello stesso laboratorio della Università di Catania, dove tenevamo molto materiale di Tenie dei Polli per i nostri esperimenti, abbiamo potuto accertarci che alcune Mosche si erano infettate.

---

(1) *Bandwürmerentwickelung:* in *Centralblatt f. Bakt. u. Paras. II Iahrg. 1888. III Bd. No. 6.*

(2) *Krabbe,* Sopra cit.

T. CESTICILLUS.

Col nostro metodo consistente nel limitare gli ospiti sospetti, abbiamo determinato che la *T. cesticillus* deve avere per ospite intermedio un animale che vive nei cortili di Rovellasca, o sulle erbe trasportate dalle campagne a casa, e che deve essere probabilmente un Lepidottero, od un Coleottero. Essa (1) ci si è sviluppata in pulcini allevati in un cesto, senza chioccia, e perciò cresciuti senza Pidocchi; ci si è sviluppata durante i mesi dal Giugno all' Ottobre (Giugno ed Ottobre compresi) in pulcini che non bevettero certamente acqua contenente animali macroscopici. Manca il relativo cisticercoide nei pochi Molluschi che vivono a Rovellasca (le nostre ricerche sull' *Helix carthusianella* sono state però insufficienti), nè potemmo in essi farlo sviluppare. Molte altre ricerche ci autorizzano probabilmente ad escludere i Ragni, i Falangidi, i Miriapodi, le Formiche ed i Lombrici.

T. CUNEATA.

Questa specie scoperta e descritta dal *Linstow* (2) ha forma di cuneo e misura solo 2 mm. di lunghezza; il rostello è provvisto di 12-14 uncini molto sviluppati e di forma caratteristica.

La *T. cuneata* non è in Lombardia, per quanto noi sappiamo, molto diffusa; però in alcune località la trovammo numerosissima. Naturalmente i tentativi per scoprirne l'ospite intermedio furono, come per le altre specie, assai numerosi. Dopo di avere eliminato, quali forme sospette, gli animali di acqua dolce (giacchè i Polli in certe località si abbeverano con acqua purissima di pozzo profondo circa 70 metri) i parassiti (*Menopon, Goniodes, Goniocotes, Lipeurus* (3), *Dermanyssus*) e molte altre specie di Artropodi e Molluschi, sospettam-

(1) Molin. Prodromus Faunae helmint. Venetae (Wien) 1861. Denkschr. d. k. Akad. XIX.
(2) Tröschel's Archivio 1872 p. 56-57.
(3) Il *Lipeurus* manca a Rovellasca.

mo specialmente i Lombrici, i quali, benchè ricercati avidamente dai Polli, ci avevano dato costantemente risultati negativi per le altre Tenie. Ed infatti nelle sole località, ove si rinveniva diffusa la *T. cuneata* e specialmente in certe stalle, nelle quali non avevano accesso altri Vertebrati che Buoi, Cani, Topi, Sorex e Polli, ed i Polli erano assai infetti di *T. cuneata,* incontrammo molti Lombrici (*Allolobophora foetida, Eis.: Sin. Lumbricus foetidus, Savigny* = *L. olidus, Hofmeister*, diagnosi gentilmente confermataci dallo specialista *Dott. Rosa* di Torino), i quali presentavano, nella cavità del *typhlosolis,* numerosi cisticercoidi. Questa indubbiamente erano corrispondenti alla *T. cuneata*, e lo dimostrava la forma caratteristica degli uncini, mentre non avevano nulla a che fare colle Tenie degli altri sopracitati Vertebrati, Tenie che noi conosciamo non appena dalle descrizioni, ma anche per pratica.

T. BOTHRIOPLITIS.

Come già si è accennato il *Prof. Piana* riscontrò in una *Helix* (*carthusianella* o *maculosa?*) un cisticercoide, che non potè riferire ad alcuna Tenia nota. Studiando però le Tenie dei Polli, ne distinse una nuova specie, la *T. bothrioplitis, Piana,* allo scolice della quale corrisponde perfettamente il cisticercoide da lui trovato, cosicchè egli ritiene molto probabile che esso rappresenti proprio la larva della *T. bothrioplitis.* Molto affine a questa (ci comunica gentilmente il *Prof. Piana*) è una Tenia della Colomba; differisce però (come ci dimostrano le figure, gentilmente favoriteci dallo stesso *Piana*) per l'armatura e la grandezza del rostello e delle ventose, e per altri caratteri, per modo che non si può riferire ad essa il suddetto cisticercoide dell' *Helix.*

Noi abbiamo fatto in proposito molte ricerche, e dubitavamo grandemente che, o il ciclo evolutivo della *T. bothrioplitis* fosse doppio (con e senza ospite intermedio), o che il cisticercoide del *Piana* non appartenesse alla *T. bothrioplitis,* perchè a Rovellasca era oltremodo comune la *T. bothrioplitis,* non trovavamo nè l'*Helix car-*

thusianella, nè la *maculosa*, e non eravamo giunti a far sviluppare, od a scoprire il cisticercoide nelle pochissime altre lumache col guscio (*Helix* s. *Coenatoria pomatia, Linn.*, *Hyalina Dreparnaldii, Beck*, *Helix* s. *Patula rotundata, Müll.*, *Cecilianella acicula Harting*), che si rinvengono a Rovellasca. Anche molte altre ricerche su grande numero di animali erano riuscite infruttuose.

Gli ultimi giorni che restammo in Lombardia, per caso, ci accorgemmo però che l' *H. Carthusianella* è oltremodo comune sulle rive erbose delle strade vecchie, luoghi, cioè, che noi ritenevamo troppo asciutti per un Mollusco e che perciò non avevamo esplorato. Dopo ciò non esitiamo a credere che la *T. bothrioplitis* deve avere per ospite intermedio l' *H. carthusianella*, essendo il riscontro molto intimo tra Tenia e cisticercoide del *Piana*, come abbiamo potuto noi pure verificare sui disegni di questo egregio Collega, al quale qui rendiamo pubblicamente grazie.

Altre *Helix* però debbono funzionare da ospiti intermedi, ed infatti a Catania è molto comune la *T. bothrioplitis*, mentre o manca, od è rara l' *H. carthusianella*.

D. T. LEPTOCEPHALA.

La *T. leptocephala Creplin*, quale vien descritta dal *Dujardin* (sinomino di *T. diminuta, Rudolphi*, e probabilissimamente di *T. flavopunctata, Weinland*) come è noto, è abbastanza frequente nell' intestino del *Mus decumanus* e del *Mus rattus*, ed anche due volte venne già in Italia trovata nell' Uomo (una volta dal *Parona E.* e recentemente dal *Grassi* (1).)

Tutti gli esperimenti da noi fatti per ottenerne lo sviluppo immediato, essendo riusciti negativi, la nostra attenzione fu rivolta a scoprire l'ospite intermedio, cercando sempre di limitare le osservazioni in locali chiusi, dove vi erano Topi in quantità e ripieni della Tenia in discorso. Le nostre fatiche furono coronate da un felice successo.

(1) Atti dell'Accad. di Scienze di Torino. Vol. XVIII Adunanza 6 Maggio, 1888.

Scoprimmo infatti a Catania i cisticercoidi della *T. leptocephala* in una larva di Microlepidottero e nella farfalla relativa, *Asopia farinalis* (dobbiamo questa classificazione all' egregio *Sordelli*), poscia in Forficule giovani ed adulte, e precisamente nell' *Anisolabis annulipes,* (1) *Lucas* (determinazione confermataci dall'egregio *D.r Riggio*). In seguito li abbiamo potuto osservare del pari in due Coleotteri adulti, che l' egregio Sig. *E. Ragusa* gentilmente ci ajutò a classificare per *Akis spinosa, Linn.* e *Scaurus striatus, Fabr.*.

Questi cisticercoidi vivono nella cavità addominale delle surriferite specie, in mezzo al tessuto adiposo, talora in numero abbastanza considerevole.

La larva dell'*Asopia farinalis,* nell'interno delle abitazioni, dove si pasce di immondizie e di farina, è comunissima in tutta Europa, in ogni stagione. Allo stadio di farfalla si trova frequente dall' Aprile all' Ottobre. Riteniamo pertanto che l' *Asopia* sia l' ordinario ospite intermedio della *T. leptocephala*, la quale ha una distribuzione geografica corrispondente. Abbiamo verificato che i Topi fanno attiva caccia non appena alle larve, ma anche alle farfalle del Microlepidottero in discorso.

L' Akis spinosa vive al Sud d' Europa, lo *Scaurus striatus* al Sud della Francia, in Italia, in Spagna ed in Grecia; ambedue appartengono alla famiglia della *Pimeliidae,* vicino alla quale stanno i *Tenebrio,* ospitanti il cisticercoide dello *Stein.* Come si vede, havvi un gruppo di Coleotteri, che si presta a preferenza per fare da ospite intermedio alle Tenie.

Scoperti i cisticercoidi, abbiamo stabilito l' esperimento diretto. Somministrati quelli dell' *Anisolabis,* in numero di venti e più, a Topi bianchi, del tutto immuni da Tenie, dopo 3 giorni abbiamo osservato nel loro intestino la testa della *T. leptocephala* con un brevissimo

(1) È bene notare che il cisticercoide non si osserva sempre in esemplari tipici di *A. annulipes,* bensì in molti individui, che se ne differenziano alquanto per la mancanza degli anelli oscuri alle zampe, per le antenne più chiare e per le dimensioni del corpo in generale minori: caratteri che non si possono riferire all'età giovanile, e neppure ritenere con certezza prodotti dalla presenza dei cisticercoidi, perchè si trovano eziandio in vari individui affatto privi di questi parassiti.

collo; dopo una settimana quest'ultimo allungato, dimodochè il Cestode si avvicinava a 1/2 centimetro di lunghezza, senza traccia di proglottidi; dopo 15 giorni, la Tenia era molto lunga, con le ova però non ancora mature. In seguito ripetemmo gli esperimenti per i cisticercoidi tolti dagli altri ospiti intermedi, ottenendo costantemente risultati positivi, e riscontrando sempre la perfetta identità delle Tenie sviluppatesi colla *T. leptocephala*. Abbiamo avuto anche la Tenia allo stato di piena maturità.

Due esperimenti furono eseguiti sull' Uomo, uno sul Sig. *Calandruccio*, che riuscì negativo, l' altro su individuo (maschio adulto), che desidera di non essere nominato; quest' ultimo, 15 giorni dopochè aveva inghiottito i cisticercoidi, tolti dall' *Akis spinosa* presentò le ova della *T. leptocephala* nella feccia, e quindi ha eliminato col felce maschio numerose *T. leptocefale* del tutto identiche a quelle precedentemente riscontrate nell' Uomo.

Resta pertanto rischiarato il ciclo evolutivo anche di una Tenia inerme. Forse altri potrà scoprire qualche nuovo ospite intermedio, oltre ai quattro da noi fissati, i quali appartengono a tre ordini ben distinti della classe degli Insetti (larva ed imagine di Lepidottero, un Ortottero s. l., due Coleotteri allo stadio di Insetto perfetto).

E. BOTHRIOCEPHALUS LATUS.

Il punto di partenza di alcune nostre osservazioni sullo sviluppo del *Bothriocephalus latus, Bremser*, fu la pubblicazione del *Dr. E. Parona* (1), il quale ha raccolto diligentemente la storia di 44 casi verificati nell' uomo; molti di essi si riferiscono ad individui che raramente ed eccezionalmente si cibarono di Pesci; perciò l'autore afferma che nelle acque potabili devesi sospettare la più probabile via di trasmissione del plerocercoide del *Botriocefalo* dal Pesce all'Uomo. Questa spiegazione non ci persuase, poichè non arrivammo a comprendere come il plerocercoide, per trovarsi libero, pos-

(1) Arch. p. le sc. med. Vol. XI. n. 3. Intorno la genesi del Botriocefalo lato.

sa uscir fuori dal corpo dei Pesci, e come poi venga inghiottito, perchè, messo nell'acqua, cade al fondo, e le vistose sue dimensioni difficilmente possono lasciare credere ad una inavvertita deglutizione. Una impurità, quale è richiesta dall'ipotesi del *Parona*, è, in complesso, inammissibile per le acque potabili di Lombardia. L'acqua poi dei laghi di Varese, Monate ecc., (località del Varesotto, a cui si riferiscono i casi studiati dal *Parona)*, ospitando numerosi pesci coi plerocercoidi in discorso, potrà qualche volta per caso venire a contenere qualche plerocercoide libero, ma essa non viene mai bevuta dall'uomo.

L'ipotesi la più semplice sarebbe la esistenza di uno sviluppo con e senza ospite intermedio, od in altre parole, che l'Uomo potesse acquistare il *Botriocefalo* sia inghiottendo i plerocercoidi, sia gli embrioni ciliati; ma questa ipotesi dello sviluppo senza ospite intermedio (che erroneamente il *Braun* ci attribuisce in un riassunto sul *Centralbl. f. Back. u. Paras.* di una nostra nota (1)), non è suffragata da fatti, anzi noi sappiamo che in Sicilia, colla mancanza degli osti del plerocercoide, coincide l'assenza del *Botriocefalo lato*, ed in Lombardia il *Botriocefalo* è limitato ai villaggi, o meglio alle persone che mangiano pesce almeno qualche volta; *manca invece sempre nei contadini di molti villaggi della Lombardia, ove non mangiansi mai pesci.*

Bisognava dunque cercare una nuova spiegazione. Si poteva ammettere che il plerocercoide si trovasse in altri animali, già accennati dal *Küchenmeister*, e, cioè nelle Rane esculente e nei Gamberi. Ci procurammo perciò Rane esculente da Gavirate (lago di Varese), ma non vi trovammo il cercato parassita; sono pochi del resto gli Uomini che ne mangiano, perchè, specialmente i contadini, ne provano una certa avversione. I Gamberi poi nel Varesotto sono diventati così rari, che è inutile il supporre in essi il focolaio infettivo. Aggiungasi che in Italia non si usa preparare alcun caviale colle ova dei Pesci ospitanti plerocercoidi.

(1) Contribuzione allo studio dello sviluppo del Botriocefalo lato. Acc. di Med. di Torino 1887.

Giunti a questo punto, credemmo opportuno verificare che *botriocefalo* fosse quello ottenuto dal *Dr. Parona* coi plerocercoidi da lui trovati molto frequenti nella *Perca fluviatilis*. Egli li giudicò eguali a quelli del *Botriocefalo lato*. Avendone poi dati parecchi a mangiare a tre Cani, ottenne lo sviluppo di un Cestode che egli considerò appartenente al *B. lato*, senonchè somministrandone a due uomini, quattro esemplari per ciascuno, la prova fallì completamente in uno, nell' altro riuscì imperfetta. L' esperienza del *Parona* venne ripresa dallo *Zschokke* su due studenti, del pari con risultati negativi. Perciò restava il dubbio che il plerocercoide della Perca non spettasse veramente al *B. lato*, e con fondamento si poteva sospettare che appartenesse ad un *B.* del Cane simile, ma non identico a quello dell' Uomo, essendo anche la parte zoologica nella Memoria del *Parona* (come francamente confessa lo stesso autore) imperfetta.

A fine di togliere queste incertezze, somministrammo 5 plerocercoidi, da noi raccolti in Perche del lago di Varese, a persona non infetta da *Botriocefali*. Dopo 21 giorni, durante i quali essa abitò in un luogo, in cui non si riscontrò mai alcun caso di *B. lato* e non mangiò Pesci di sorta, ebbe a presentare nelle fecce ova del *Botriocefalo lato*, e dopo tre altri giorni, per effetto di una dose opportuna di felce maschio, ne eliminò tre esemplari intieri, lunghi circa 60 cm.; dopo di che scomparvero le ova delle sue feccie per non più riapparire.

Questo nostro esperimento dimostra perciò che anche il plerocercoide della *Perca fluviatilis* spetta al *B. lato*, come aveva ammesso, senza però positivamente dimostrarlo, il *Dr. E. Parona* (1).

---

(1) Siccome, dopo i nostri esperimenti, il *Dr. E. Parona* ebbe ripetutamente a stampare che un suo esperimento sull' Uomo era riuscito decisivo, così noi crediamo di dover riportare le precise parole dell' autore, tolte dal suo lavoro esteso sopra citato.

" L'individuo per la sua vita all' estero non sarebbe stato a dir vero il miglior soggetto di esperimentazione ..... Debbo rilevare per la completa valutazione dei fatti che non fu possibile circa l'alimentazione quella scrupolosa osservanza che avremmo desiderato e l' esperimento richiesto ..... Solo al 24° giorno dalla propinazione mi fu possibile riscontrare nelle feci uova somiglianti assai a quelle del Botriocefalo, quantunque l'opercolo fosse poco distinto, questo dubbio però fu escluso per gli esami successivi. L' individuo morì 40 giorni dopo l' assunzione

Dopo questi studi, abbiamo meglio considerato quanto aveva riferito il *Parona,* e ci siamo persuasi che aveva posto male la questione. È bensì vero che in molti casi il nesso etiologico fra l'uso della carne di pesce e l'infezione di *Botriocefalo* non è evidente, notandosi che molti di coloro, che presentavano il Cestode, avevano mangiato raramente Pesci. Ma è anche vero che il fatto non è poi tanto sorprendente se si riflette: 1° Che il *Botriocefalo* è relativamente raro, anche là ove lo ricercò il *Parona.* 2° Che tra gli abitanti dei luoghi in discorso, sono molto scarsi quelli che usano Pesci di frequente, invece quasi tutti ne mangiano alcune volte nell'anno, od almeno qualche rara volta nella loro vita. Se dunque *migliaia di persone mangiano Pesce, benchè soltanto eccezionalmente, non stupisce che qualcuna raramente venga ad ospitare i plerocercoidi ancor vivi, che si trasformano perciò in Botriocefali; ciò che anzi appare troppo naturale, se si pensa che circa una metà delle Perche del lago di Varese contengono almeno un plerocercoide, e che non sono rari i Lucci, che ne ospitano molti.*

Concludendo diremo che, dopo le esperienze dirette coi plerocercoidi, dopo il fatto che il *Botriocefalo* si sviluppa esclusivamente dove si mangiano certe specie di pesce, mentre nei villaggi, ove i contadini non ne usano mai, non si riscontra alcun caso di *Botriocefalo,* resta confermato che i pesci sono i soli ospiti intermedi, come ha scoperto il *Braun.*

---

dei protoscolici (sic!); non se ne potè fare l'autopsia e l'osservazione non potè avere l'illustrazione completa. „

In un altro articolo riassuntivo (Gazz. med. lomb. Anno 1888, I. semestre), il *D.r Parona* così si esprime:

" Di cinque esperimenti tentati con larve di *Pesce persico,* tre sul Cane furono *positivi,* dei due fatti sull'Uomo, uno riuscì *negativo.* Dei cinque esperimenti istituiti con larve di Luccio, uno nel Cane riuscì positivo e nell'uomo tre positivi, uno negativo. Otto esperimenti su dieci riescirono pertanto dimostrativi. „

Come facilmente si scorge, il *D.r Parona* non volle usare una dicitura precisa; egli ha evitato l'affermazione di positivo per il secondo dei casi di infezione nell'Uomo, mediante il plerocercoide della Perca; ed è ben giusto, diciamo noi, dopo i sospetti da lui stesso elevati, come si vede dalla riferita citazione del lavoro esteso.

Riassunto

Riunendo insieme tutti i fatti qui sopra riferiti, possiamo concludere:

1°. La *T. murina s. T. nana si sviluppa senz' ospite intermedio, e precisamente passa il periodo di cisticercoide nei villi dell' intestino, poscia diventa libera nella cavità intestinale, e quivi matura.*

2°. *Il fatto della T. murina, non ostante le contrarie previsioni teoriche, od è isolato, o si verifica in ben poche altre forme* (1).

3°. *Il non riuscire ad infettare, in molti casi, i Mus decumanus e l' Uomo, nonostante che si introducano in essi moltissime uova di T. murina, o nana, ha fatto sospettare che questa via di infezione fosse difficile e ne esistesse un' altra indiretta, a mezzo di un ospite intermedio; l' ipotesi non è a priori spregevole, ma le manca qualunque appoggio nei fatti, e perciò noi la rigettiamo.*

4°. *Se di molte Tenie finora non si è trovato l' ospite intermedio, si deve incolpare la grande difficoltà che presenta la ricerca, non già indurre che lo sviluppo sia senz' ospite intermedio.*

5°. *Il caso offerto dalla T. murina potrebbe benissimo dirsi di sviluppo diretto, perchè un modo di sviluppo, non differente, riscontrasi in molti animali, che pur diconsi a sviluppo diretto: ciò non ostante, per evitare qualunque equivoco, preferiamo denominarlo sviluppo immediato;* in ogni caso è questione di parole, intendendosi che anche la T. murina, come è chiaramente detto nella Nota preliminare del Grassi, passa per un periodo, in cui è una larva, un cisticercoide (2).

6.° *L' ipotesi del Mégnin viene contraddetta anche dal ciclo evolutivo della Tenia leptocefala.*

---

(1) Il *Moniez* (Les parasites ecc. 1889 p. 17.) dice che si può riferire al ciclo della *T. murina* una *Tenia del cavallo*, i cui embrioni sono stati trovati nei villi intestinali dal *Max Flesch* e descritti da questo autore come un animale nuovo sotto il nome di *Globidium Leuckarti*; noi avemmo sott' occhio dei preparati del *Globidium*, donatici dal *Flesch* stesso, e possiamo dichiarare del tutto infondata l'opinione del *Moniez*.

(2) Il *Leuckart* oppone che nella *T. murina* oste ed ospite intermedio coincidono in un medesimo individuo: che si spieghi con questo giuoco di parole, non ci riesce chiaro; c'è in ogni caso una netta differenza, ed è che nel ciclo evolutivo ordinario, lo sviluppo è subordinato alla morte dell' oste intermedio, e nella *Tenia murina* non lo è.

Proviamo ora alla luce dei fatti sopra riferiti, le teorie formulate per spiegare l'origine delle migrazioni delle Tenie ed in complesso dei Vermi ad ospite intermedio.

Esse sono le seguenti:

1.° La forma di cisticerco è secondaria ed indica una condizione acquisita coll'adattamento a modalità di vita diverse e sfavorevoli. Come dice il Claus (1), i Cestodi primitivi si sarebbero perduti in osti stranieri; in questi si sarebbero sviluppati in stadi intermedi, dapprima eccezionali, in appresso divenuti normali, per poi, ricondotti nell'oste primiero, dopo la perdita di certe parti sviluppatesi per adattamento a quelle nuove condizioni di vita, diventar sessualmente maturi. Quindi *l'evoluzione primitivamente si sarebbe fatta intiera nell'animale, che corrisponde all'ospite definitivo, e l'ospite intermedio si sarebbe intercalato ad un dato momento nel ciclo del parassita.* Aggiungiamo noi che a poco a poco sarebbe andata sopprimendosi la generazione immediata, come all'incirca la generazione libera in certi Nematodi (*Strongyloides*, ossia *Rhabdonema intestinale*).

2.° L'ospite intermedio, quello nel quale il parassita vive allo stato larvale oggigiorno, una volta bastava al suo sviluppo completo. Esso sarebbe poi diventato insufficiente, perchè il parassita differenziandosi progressivamente, avrebbe avuto uno sviluppo dilatato e prolungato, complicato di vari stadi: così si esprime il *Leuckart.* " Siccome è poco verosimile, aggiunge questo autore, che i parassiti, che si trovano principalmente nei Vertebrati, abbiano preso origine solamente con questo tipo, bisogna credere che gli Elminti degli Invertebrati abbiano, col tempo, modificati i loro caratteri; e, perchè debbono subire una metamorfosi ulteriore nei Vertebrati, si siano trasformati in forme asessuate. Lo stato larvale attuale corrisponde allo stato primitivo sessuato, e la somma delle particolarità delle forme adulte attuali rappresenta tutto ciò che ha acquistato l'animale primitivo sotto l'influenza di modificazioni progressive del suo ambiente. I Vertebrati formavano d'al-

(1) *Lehrbuch d. Zoologie. Marburg u. Leipzig. 1887.*

tronde un mezzo ben più favorevole agli Elminti che gli Invertebrati. In molti casi la formazione di nuove specie ha dovuto farsi parallelamente alla trasformazione, che subivano i loro ospiti. „

3.° Gli entozoi sono tutti quanti derivati da animali saprofagi; qualcuno di essi si è sviluppato direttamente, senza migrazione, nel tubo digerente. La più parte degli embrioni suscettibili di diventar parassiti, introdotti nel tubo digerente, l' hanno subito abbandonato, emigrando nei tessuti, in seguito alla loro inettitudine a resistere alle influenze meccanico-chimiche dell'intestino; le larve, emigrate fuori dell'intestino, andarono generalmente perdute, eccetto il caso in cui poterono svilupparsi nell' intestino di un Carnivoro, nel quale esse erano apportate colla carne del loro primo oste. Perciò il secondo oste esiste *ab origine* per le specie a migrazioni (*Moniez* (1)).

In conclusione *vi è chi crede che una volta l' ospite definitivo era unico ospite delle Tenie, chi ritiene che lo era invece l' ospite intermedio, e chi infine ammette che i due ospiti, intermedio e definitivo, esistano ab origine.*

Noi pensiamo che non sia giunto ancora il momento opportuno di decidere seriamente a quale di queste tre differenti teorie si deve dare la preminenza, e perciò ci limiteremo quasi ad indicare quale influenza esercitano sopra di esse i fatti da noi scoperti.

Due sono le forme importanti, se questa nostra discussione viene ristretta ai Cestodi, l' *Archigetes* e la *T. murina*.

La teoria del *Leuckart* riceve un grande appoggio dall' *Archigetes Sieboldi*, il quale in certo modo lo realizza.

La teoria del *Claus* a tutta prima riceve un appoggio dalla *T. murina*, nella quale, per così esprimerci, l'ospite intermedio va formandosi; ma ciò potrebbe anche interpretarsi nel senso che le migrazioni fossero un fatto d'ordine primitivo, come vuole il *Moniez*. Si potrebbe però sempre opporre che la *T. murina* è l'espressione di uno sviluppo falsificato, vale a dire molto abbreviato, ciò che varrebbe anche contro l'*Archigetes Sieboldi*.

(1) Opera citata.

In favore dello sviluppo abbreviato della *T. murina*, parla però tutta la complicata organizzazione del suo cisticercoide (coda brevissima, sviluppo del rostello ecc.), mentre sta contro lo sviluppo abbreviato dell' *Archigetes* la sua semplice organizzazione. Ma nè l'uno, nè l' altro argomento sono decisivi, l'abbreviazione dello sviluppo potendo produrre una semplificazione, quale uno di noi (il *Grassi*) ha dimostrato nelle Termiti, e potendo d'altra parte, non ostante le caratteristiche del suo cisticercoide, essere la sviluppo della *T. murina* primitivo.

Certo è che bisogna spiegare perchè nel corpo dell' ospite intermedio i giovani Cestodi acquistino gli apparati, che servono ad attaccarli all' intestino dell' ospite definitivo: ammettendo come primitivo il caso della *T. murina*, la cosa si capisce facilmente.

È pur importante di tener presente che Tenie affinissime alla *murina* hanno per ospite intermedio un Invertebrato; ma da ciò si sarebbe portati tanto a ritenere accorciato lo sviluppo della *T. murina*, quanto a giudicare recente l' assunzione degli Invertebrati ad ospite intermedio.

Evidente in ogni caso si è un fatto, che cioè *prima che si conoscesse la T. murina, la teoria del Leuckart era molto più solidamente fondata.*

Un altro elemento, che finora non fu pigliato in seria considerazione nello svolgere queste teorie, si è che in molti casi, come risulta ora sempre più evidente dopo i nostri studi, gli ospiti intermedi dei parassiti dei Vertebrati, sono gli Artropodi, i Molluschi, è qualche volta anche gli Oligocheti. Aggiungasi che uno di noi (*il Grassi*) ha recentemente scoperto nella *Blatta* l' ospite intermedio della *Spiroptera sanguinolenta*, e nelle *Blaps* (*mucronata* e *gigas*) quello dell' *Echinorinco moniliforme*. Ora, lasciando in disparte gli Oligocheti, sui quali si può questionare, certo si è che i Vertebrati nella loro storia filogenetica non registrano un periodo in cui erano, almeno lontanamente, simili agli Artropodi ed ai Molluschi, che sono due rami divergenti e terminali, come i Vertebrati stessi. Notevole si è inoltre che forme disparate, come un Dermattero (*Anisolabis*),

un Lepidottero, ed un Coleottero, possano essere ospiti intermedi di una stessa Tenia. Neanche la circostanza che le Pulci ed i Pidocchi sono ospiti intermedi deve essere trascurata.

Tutti questi fatti, a noi pare, s' accordano meglio colla 1ª e colla 3ª teoria, che colla 2ª.

Un altro elemento che, secondo noi, ha molto valore, si è la coda, organo del nuoto. Noi l' abbiamo trovato nei giovani Cestodi, ancor molto sviluppata, benchè già senza funzione; invece essa funziona tuttora nei giovani Trematodi. Perchè non si potrebbe ammettere che i Cestodi, i Trematodi ed i Nematodi attuali a due ospiti, in rapporto colle loro dimensioni piuttosto considerevoli, una volta diventassero adulti in vita libera, come gli attuali *Gordius* e *Mermis*, per la qual vita, quelli che non avevano già una capacità locomotoria, si provvedevano di una coda (Cercarie e Cisticerchi)?

Sarebbe questa una quarta teoria da unire alle altre e da vagliare opportunamente.

Come già dicemmo, non crediamo per ora di dare la preferenza a nessuna delle tre precedenti, e neanche a quest' ultima.

Noi ci lusinghiamo però che i nostri studi portino elementi non spregevoli alla soluzione del problema, che non è ancora maturo.

Spiegazione delle Tavole.

N. B. Nell'eseguire le figure abbiamo tenuto conto della difficoltà che avremmo incontrata nella pubblicazione del lavoro, se fossero state numerose come richiedesi quando si vuole non appena rendere chiaro il testo, ma provare anche al lettore che veramente tutti i fatti stanno quali vengono riferiti. Abbiamo perciò dovuto accontentarci di illustrare le descrizioni, limitandoci a provare i punti essenziali. Ecco perchè non di rado invece di copiare una per una le sezioni, combinammo una figura con parecchie di esse, e perchè altre figure sono state alquanto schematizzate, rendendo così meno costosa la esecuzione litografica.

Di questo nostro procedere saremo certamente criticati in Germania, ma in Italia no, perchè nessuno ignora le tristi condizioni in cui versano gli autori che cercano di pubblicare i loro lavori quando sono accompagnati da tavole.

Il primo numero dopo la spiegazione delle singole figure indica l'oculare, il secondo, l'obbiettivo: K., microscopio Koritska: H., microscopio Hartnack.

Le figure sono copiate a tubo accorciato, però non sempre a livello del tavolino portaoggetti.

In tutte le figure:

all. ant. = allargamento anteriore.
all. pos. = allargamento posteriore.
boc. = bocca del cisticercoide introflesso, da noi paragonato per la figura ad una gastrula.
bul. = bulbo del rostello.
cal. = corpuscolo calcare.

cav. = cavità della gastrula (v. sopra).
cis. = cisti avventizia.
cod. = coda.
cut. = cuticola.
esc. = vaso escretore.
lac. = lacuna primitiva.
mus. = muscolatura.
ner. = sistema nervoso.
par. est. = parete esterna.
par. int. = parete interna.
ros. = rostello.
sco. = scolice.
ven. = ventosa.

TAVOLA I.

Riguarda lo sviluppo del cisticercoide della T. ellittica.

Fig. 1. *a* e *b*—Embrioni esacanti con alcuni vacuoli (a fresco) K. 3, 7.
„ 2. — Porzione di uno di essi trattato coll' acido acetico. K. 4. $^1/_{12}$ (ad olio).
„ 3, 4. — Vescicole primitive (a fresco); la lacuna primitiva è ancora piccola. K. 3. 7.
„ 5. — Vescicola primitiva, cresciuta di molto (a fresco); la lacuna primitiva è già molto ampia. K. 3. 8.
„ 6. — Id. (a fresco); periodo di sviluppo un po' più inoltrato. K. 3. 8.
„ 7. — Embrione (a fresco) nello stadio, in cui sono da poco comparsi il rostello e le ventose. Il rostello è alquanto alterato, le punte in parte cadute. K. 3. 7.
„ 8. 8. — Embrione alquanto più giovane (a fresco); non si vedono le ventose; sui tagli di questo stadio è però possibile di distinguerle ed anche a fresco in casi speciali si possono intravvedere. La lacuna è segnata oscura in una figu-

ra, in parte chiara ed in parte oscura in un'altra, perchè così appariva senza che noi bene potessimo rendercene ragione. K. 3, 5.

Fig. 9. — Id. presso a poco nello stesso stadio della fig. 7. (a fresco). K. 3. 5.

„ 10. — Cisticercoide (a fresco) poco prima che cominci l'introflessione della parte anteriore nella posteriore del corpo; il rostello sta estroflettendosi; si vede un uncino, che pare attaccato all'estremità posteriore del corpo (fatto riscontrato numerose volte anche sui tagli). K. 3. 5.

„ 11. — Cisticercoide (a fresco) poco prima che cominci l'invaginamento; il rostello stava estroflettendosi, perciò non si vede la bocca dell'invaginamento, sfornita di uncini; la coda è stata tralasciata. K. 3. 7.

„ 12. — Cisticercoide maturo ed invaginato (a fresco). K. 3. 5.

„ 13. — Cisticercoide maturo e svaginato (a fresco); il rostello è quasi totalmente svaginato; la coda è stata tralasciata. K. 3. 6.

„ 14. — Cisticercoide maturo e svaginato (a fresco): è alquanto alterato: il rostello è parzialmente svaginato: la coda è stata tralasciata. K. 3. 6.

„ 15. — Invaginamento corrispondente al rostello (a fresco), quando gli uncini sono ancora presenti nell'allargamento posteriore. K. 4. 8.

„ 16. — Id., quando più tardi gli uncini dell'allargamento posteriore sono caduti. K. 4. 8.

„ 17. — Porzione anteriore *d'una giovine tenia ellittica* mostrante il rostello quasi totalmente sporgente. K. 3. 8.

„ 18. — Sezione longitudinale della vescicola primitiva. K. 3, 9.

„ 19. — Sezione longitudinale: il rostello è formato da poco; non è ancora incominciata l'invaginazione della parte anteriore del corpo nella posteriore; la coda è già separata dal corpo per mezzo di uno strozzamento. K. 3. 4.

TAVOLA II.

Riguarda lo sviluppo del cisticercoide della T. ellittica.

Fig. 1. — Sezione longitudinale obliqua, quando sono comparsi anche gli accenni delle ventose. K. 3. 7. (Essendo la sezione obliqua, il bulbo del rostello appare anteriormente coperto di cellule).

„ 2. — Sezione longitudinale al comparire del bulbo. H. 3. 9.

„ 3. — Sezione longitudinale, quando è appena cominciato l'invaginamento in corrispondenza alla regione del rostello. K. 3. 8.

„ 4. — Porzione di una sezione longitudinale di un cisticercoide molto grosso ed estroflesso; corrisponde poco indietro delle ventose. H. 4. 9.

„ 5. — Id., in corrispondenza di un vaso escretore. H. 4. 9.

„ 6. — Porzione anteriore di una sezione simile a quella rappresentata dalla figura 19. Tav. I. K. 3. 8.

„ 7. — Porzione anteriore di una sezione longitudinale: rostello semiestroflesso. K. 3. 5.

„ 8. — Porzione anteriore di una sezione longitudinale del cisticercoide, poco prima che incominci l'invaginamento. K. 3. 8.

„ 9. — Sezione longitudinale del cisticercoide con invaginazione della parte anteriore nella posteriore; la coda è stata tralasciata. K. 3. 5.

„ 10. — Uua porzione di una sezione simile a quella rappresentata dalla figura precedente. K. 3. 8.

„ 11. — Sezione longitudinale un po' obliqua, quando l' invaginazione della parte anteriore nella posteriore è mediocre; la coda è stata tralasciata. (La sezione non passa come le precedenti, per l'asse antero-posteriore del rostello per ciò potrebbe dirsi, in certo modo, laterale) K. 3. 5.

„ 12. — Porzione di una sezione simile a quella precedente, ma a periodo di sviluppo alquanto meno inoltrato. K. 3, 8.

„ 13. — Porzione di una sezione longitudinale di un cisticercoide molto grosso ed estroflesso; del bulbo è rappresen-

tata appena l' estremità posteriore; si vedono i due nervi longitudinali. K. 3, 9.

Fig. 14. — Sezione trasversale a livello delle ventose, quando l'invaginazione della parte anteriore nella posteriore è molto avanzata. K. 3, 8.

TAVOLA III.

Riguarda lo sviluppo del cisticercoide della T. murina, eccetto le figure 26 e 27, che riguardano quello della T. ellittica.

Fig. 1. — Uovo di *T. murina*, come si vede non molto di rado nelle fecce (non si distingue sicuramente da un uovo di *T. nana)*. K. 3, 8.

„ 2. — Uovo di *T. murina* (a fresco), tolto da una proglottide. K. 3, 7.

„ 3. — Estremità anteriore dello scolice, col rostello sporgente (a fresco); Tenia adulta. K. 3, 8.

„ 4, 5, 6, 7. — Embrioni esacanti (a fresco) K. 3, 6.

„ 8, 9. — Vescicole primitive (a fresco); in una si vede un corpuscolo calcare. K. 3, 5.

„ 10, 11. — Embrioni esacanti, senza lacuna, ma già con corpuscoli calcari. K. 3, 8.

„ 12 — Vescicola primitiva, dopo la comparsa del rostello e delle ventose. K. 3, 5.

„ 13 — Cisticercoide interamente sviluppato (a fresco). K. 3, 8.

„ 14 — Sezione longitudinale della vescicola primitiva, prima che compaiono il rostello e le ventose. K. 3, 9.

„ 15 — Id. ma un po' obliqua, dopo la comparsa del rostello e delle ventose. K. 3, 9.

„ 16 — Stadio uguale a quello della figura precedente, in sezione trasversale. K. 3, 9.

„ 17 — Sezione longitudinale un po' obliqua, dopo che si è verificata l' invaginazione da pochissimo tempo. K. 4, 9.

Fig. 18 — Ugual stadio della figura precedente, ma in sezione trasversale, al livello delle ventose. K. 4, 9.

„ 19 — Sezione longitudinale un po' obliqua, a periodo di sviluppo un po' più inoltrato di quello rappresentato dalla fig. 17; le ventose sono nettamente invaginate. K. 3, 5.

„ 20. — Sezione trasversale a livello delle ventose in uno stadio di sviluppo poco più inoltrato di quello rappresentato dalla fig. 18. K. 3, 5.

„ 21 — Id. a periodo ancora alquanto più inoltrato di quello della fig. 19. K. 3, 5.

„ 22 — Sezione longitudinale (laterale: v. sopra) di un embrione a periodo di sviluppo presso a poco eguale a quello della fig. 21. K. 3, 5.

„ 23 — Sezione longitudinale del cisticercoide, prima che spuntino gli uncini; il rostello è introflesso. K. 3, 8.

„ 24 — Presso a poco della fig. 23, ma col rostello estroflesso K. 3, 8.

„ 25 — Sezione longitudinale d'un villo con un cisticercoide; si notano sul cisticercoide due uncini embrionali. K. 3, 8.

„ 26 — Sezione trasversale a livello delle ventose, subito dopo il rostello, di un cisticercoide *(T. ellittica)* molto grosso, svaginato ed interamente sviluppato, K. 4, 9.

„ 27 — Id., verso la parte media del cisticercoide. K. 3, 9.

TAVOLA IV.

Riguarda i cisticercoidi delle Tenie Proglottina, Leptocefala, Cuneata, Infundibiliforme, ecc.

Nella spiegazione delle figure:

P = cisticercoide della *T. proglottina.*
L = „ „ „ *leptocephala.*
C = „ „ „ *cuneata.*
I = „ „ „ *infundibuliformis.*

Fig. 1 — *L.* nell' *Anisolabis* (a fresco) ; è incistato ; vi si vede la lunga coda, la quale presenta molti corpuscoli d'aspetto particolare. K. 3, 4.

„ 2 — Sezione trasversale della *L.* a livello delle ventose. H. 3, 8.

„ 3 — Sezione longitudinale della *L.* ; si vede appena una porzione della coda. H. 3, 8.

„ 4 — *L.* (a fresco), senza cisti e con una sola porzione della coda; è stato trattato coll'acido acetico; la muscolatura (?) circolare in parte è stata copiata da un sol lato; linee, relativamente grosse e molto oscure segnano la lacuna primitiva (*lac.*) ed il residuo della cavità paragonata alla cavità gastrulare (*cav.*). K. 3, 5.

„ 5 — Porzione della figura precedente a più forte ingrandimento; la parete della cavità gastrulare è indicata da una linea troppo grossa e troppo oscura ; si notano molti corpuscoli calcari. K. 3, 9.

„ 6 — Porzione simile in un altro esemplare ; si notano vasi escretori. K. 3, 9.

„ 7 — *P.*, interamente sviluppato (a fresco) ; si vedono i sei uncini embrionali. K, 3, 8.

„ 8 — Id., conservato in *toto*. K. 3, 8.

„ 9 — *P.*, interamente sviluppato ; sezione longitudinale. H. 2, 7.

„ 10 — Giovane *P.* (a fresco), ancora fornito di coda. K. 3, 5.

„ 11 — *C.*, sezione trasversale; per un piccolo tratto, attorno alla cisti, è segnato quel tessuto del *typhlosolis*, in cui sta il cisticercoide. K. 3, 7.

„ 12 — *C.* (a fresco). K. 3, 4.

„ 13 — Tre uncini della *C.* (*b*, *c* e *d*) K. 3 , 8 ; un quarto (*a*) è rappresentato fortemente ingrandito.

„ 14 — *I.*, metà circa posteriore-laterale di una sezione longitudinale. K. 3, 8.

„ 15 — *I.*, svaginato e reso trasparente in potassa. K. 3, 4.

„ 16 — *I.*, estremità anteriore della fig. 15. K. 3, 8.

Fig. 17—Uncino definitivo, isolato della *I.* ed ingrandito 920 volte (dal *Krabbe).*

„ 18—Uncini definitivi di un cisticercoide indeterminato dell'*Akis spinosa*. K. 3, 8.

„ 19—Uncini della T. microstoma: *a* K. 3. 8: *b, c, d,* a fortissimo ingrandimento.

INDICE

AVVERTENZE . . . . . pag. 1

DEDICA . . . . . » 5

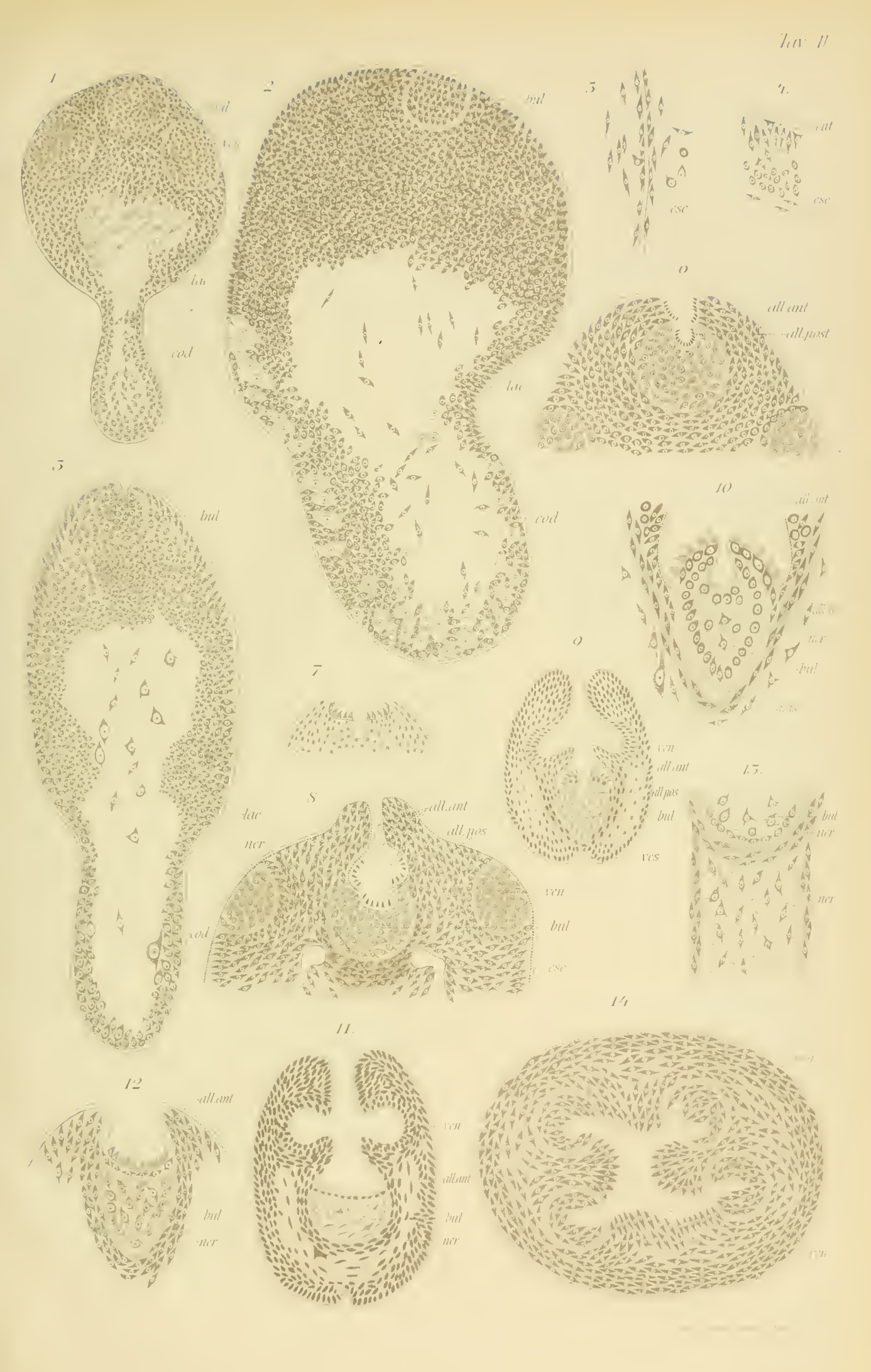
CAPITOLO I. — Cisticercoidi e loro storia evolutiva . . . . » 7

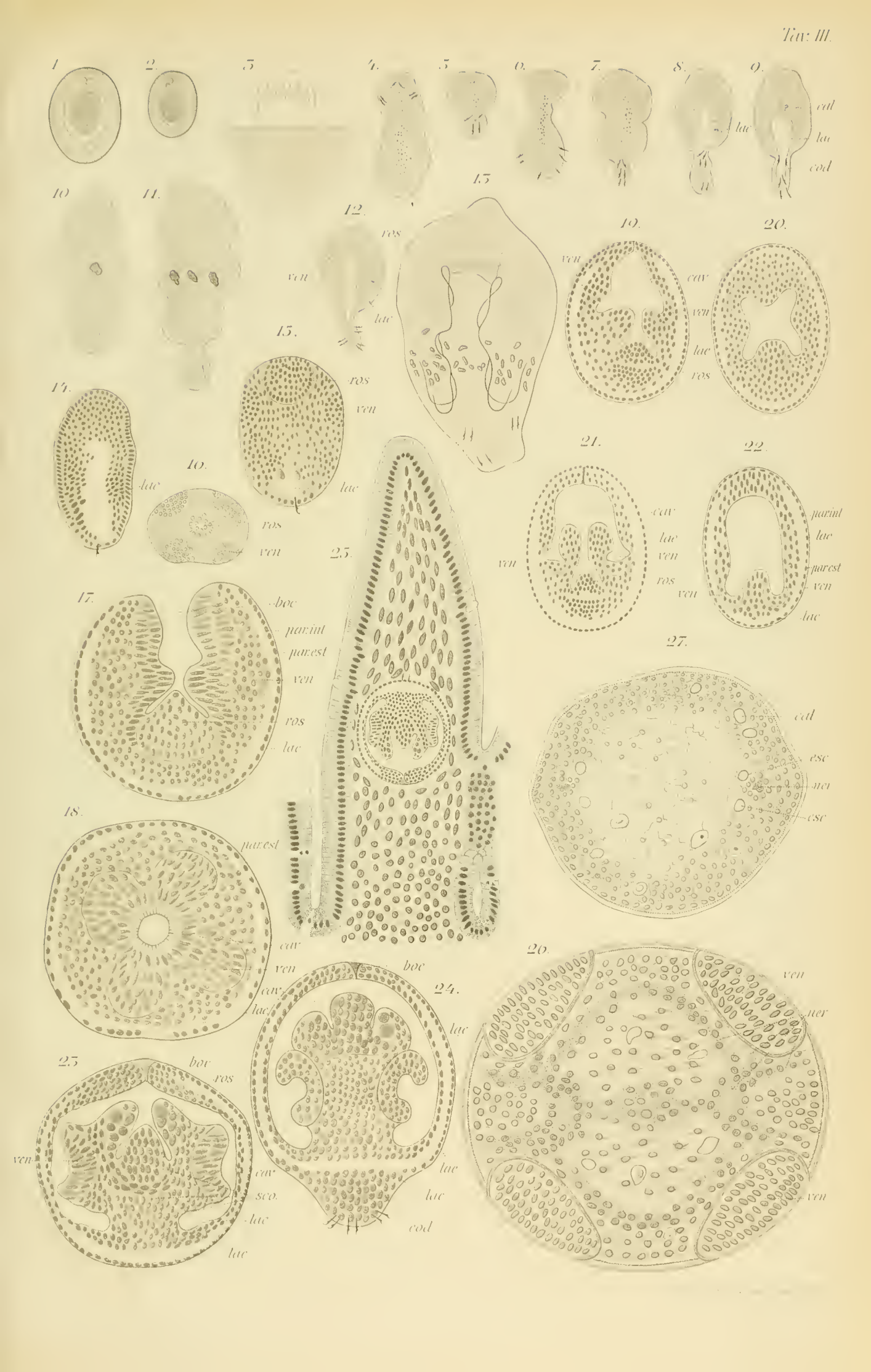
CAPITOLO II. — Unità di tipo dei cisticerchi e dei cisticercoidi. — Affinità dei Cestodi tra di loro e cogli altri Platelminti. — Stato della quistione prima dei nostri studi e dopo di essi. . . » 34

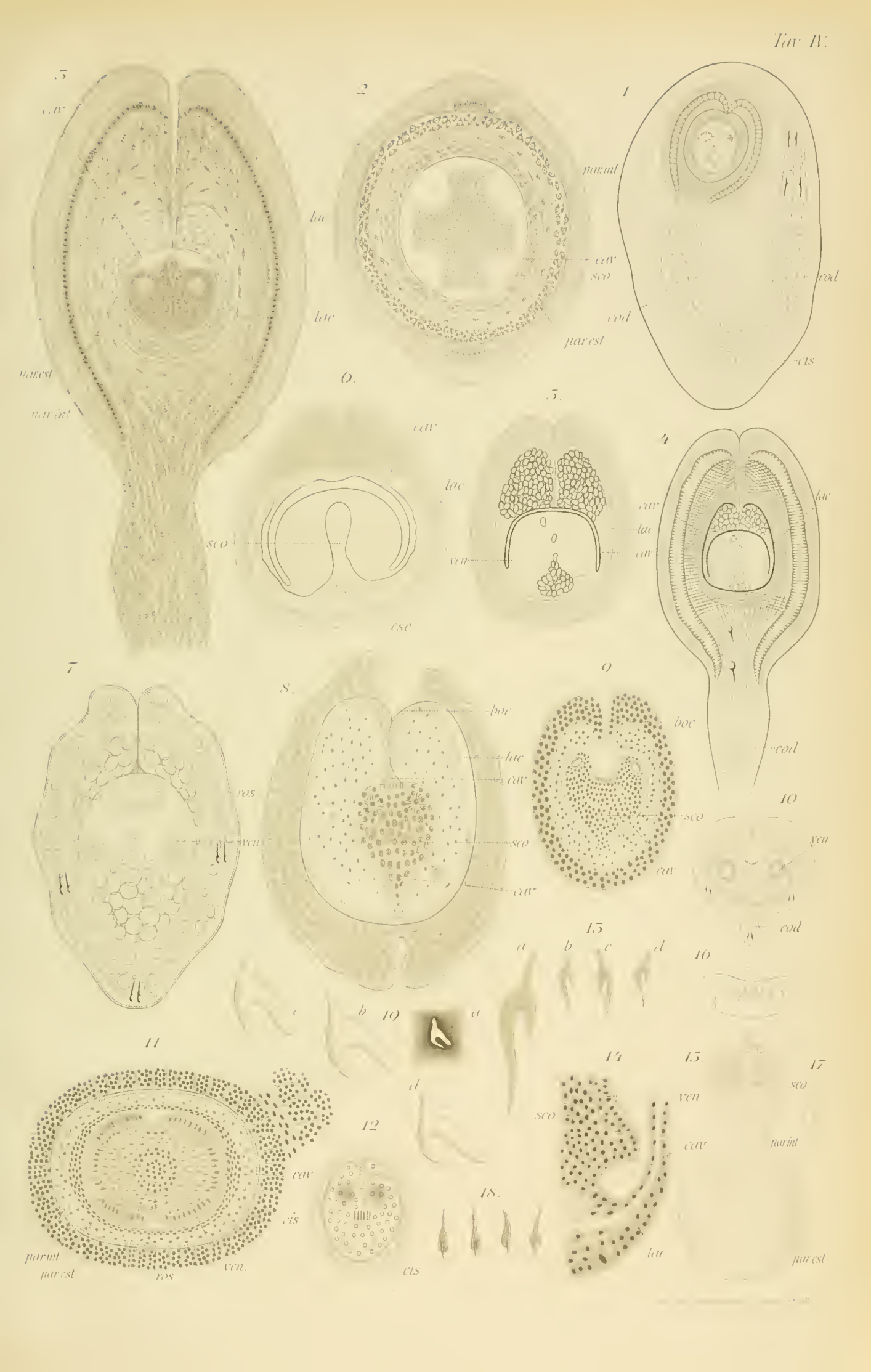
CAPITOLO III. — Ciclo evolutivo dei Cestodi . . . . . » 65

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE . . . . . » 101

a
vac
1.
b
vac
2
3.
4
lac
lac
5.
lac
6
lac
7
8.
ros
lac
cod
8
ros
cod
9
lac
10
11.
12.
13.
all.post
16.
all.post
17
all.pos
19.
bul
ven
lac
cod
13.
14.
18
lac


1
cod
lac
cod
2
bul
lac
cod
3
esc
4.
cat
esc
6
all.ant
all.post
5
bul
10
all.ant
ner
bul
7
8
lac
ner
all.ant
all.pos
cod
ven
bul
esc
9
ven
all.ant
all.pos
bul
ves
13.
bul
ner
ner
14
11.
ven
all.ant
bul
ner
12
all.ant
bul
ner
ven


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
cad
lac
lac
cod
10.
11.
ven
12.
ros
lac
13.
14.
lac
15.
ros
ven
lac
16.
ros
ven
19.
ven
cav
ven
lac
ros
20.
21.
cav
lac
ven
ros
ven
ven
22.
parint
lac
parest
ven
lac
17.
boc
parint
parest
ven
ros
lac
23.
27.
cad
esc
mer
esc
18.
parest
cav
ven
cav
lac
boc
24.
lac
lac
lac
cod
26.
ven
mer
ven
25
boc
ros
ven
cav
sco.
lac
lac


3
cav
lac
lac
navest
navint
2
parint
cav
sco
cod
parest
1
cod
cis
6.
cav
5.
lac
sco
ven
esc
4
cav
lac
cav
lac
cod
7
ros
ven
8.
boc
lac
cav
sco
cav
9
boc
sco
cav
10
ven
cod
13
a
b
c
d
10
c
b
10
a
d
11
cav
cis
parint
parest
ros
ven.
12
cis
18.
14
ven
sco
cav
lac
15.
17
sco
parint
parest

Memoria III.

Contribuzione allo studio geologico dell' Abissinia

Memoria del Prof. LORENZO BUCCA

La bellissima collezione di roccie (1), che forma l' oggetto di questo studio, fu raccolta dall' ingegnere L. Baldacci, incaricato dal R. Governo del rilievo geologico della nostra colonia eritrea. Le condizioni fortunate in cui egli potè eseguire le sue escursioni, ma più di tutto la sua arditezza permisero di esservi rappresentate località dell' interno dell' Abissinia dove ancor oggi sarebbe assai pericoloso di penetrare.

Lo studio di queste roccie riesce poi di grande interesse perciò che l' Abissinia, costituita principalmente da scisti cristallini e da roccie massiccie, non offre alla geologia quasi mai altro carattere che il litologico.

Se questa è la prima volta che il materiale abissino venga sottoposto all' analisi microscopica, però già da parecchio tempo numerose e preziose osservazioni geologiche sul posto sono state fatte da Ferret e Gallinier (2) nel 1844, da Blanford (3) nel 1870; dall' ingegnere L. Baldacci (4) nel 1891. La importante monografia pubblicata da quest' ultimo, accompagnata da una bellissima carta geologica ci dà un'idea assai chiara della costituzione geologica di questa parte d' Africa. Io mi limito quindi a darne qui solo un breve cenno.

L' abissinia è formata principalmente da un immenso altipiano, quasi perfettamente orizzontale, a più di 2000 m. sul livello del mare, tagliato a picco verso il Mar Rosso, dal quale è diviso da una serie di contraforti, ancor essi imponenti e formanti anzi fra

(1) Figura nella mostra eritrea dell' Esposizione nazionale di Palermo di quest'anno.

(2) Comptes rendus 1844 vol. XIX pag. 881.

(3) Observations on the Geology and Zoology of Abyssinia. London 1870.

(4) Osservazioni nella Colonia eritrea. — Memorie descrittive della carta geografica d' Italia Roma 1891.

loro strette e ripide gole che sono la maggior difficoltà per l' accesso all' altipiano.

Il suolo è costituito in grandissima parte da scisti cristallini attraversati da filoni e più spesso ricoperti da immensi mantelli di roccie eruttive antiche (graniti, dioriti, ecc.) o giovani (basalti e trachiti). Due roccie stratificate sono sviluppate nella parta meridionale dell' Abissinia, cioè: il calcare di Antalo, che pei fossili si è potuto riferire al Giurassico, e l' arenaria di Adigrat ad esso sottostante. Queste due roccie non furono però incontrati nella via percorsa dall' ingegnere Baldacci. Verso la costa del Mar Rosso il Baldacci constatò la presenza di conglomerati fatti a spese delle roccie cristalline, di marne e arenarie probabilmente riferibili all' eocene; di argille fossilifere del pliocene superiore: di calcari tufacei coralligeni ancora in via di formazione. Anche lungo questa costa ha grande importanza una serie di formazioni vulcaniche, di epoca geologica relativamente recente. Depositi di travertino si trovano frequentemente sulle strette vallate che fiancheggiano il ciglione dell' altipiano: esso è il materiale più accessibile in questa regione per fornire la calce.

SCISTI CRISTALLINI

I signori Ferret e Gallinier aveano già notato essere il suolo dell' Abissinia costituito principalmente da roccie cristalline, che riferivano in parte alla formazione primaria, in parte a quella di transizione e in parte (le dioriti e le amfiboliti) al carbonifero, senza però appoggiare la loro determinazione ad altro che all' analogia con formazioni consimili dell'Europa centrale.

Il Blanford indicò tutta questa formazione col nome di " *Metamorphic* „ riferendosi all' ipotesi del metamorfismo regionale, secondo la quale tutti gli scisti cristallini sono dovuti al metamorfismo di roccie sedimentarie per azione principalmente del granito, talora neppure venuto a giorno. Egli vi distinse nettamente due parti, cioè: una nettamente scistosa e un' altra d' aspetto granitoide

alla quale, secondo la vecchia scuola, si solea attribuire l'azione metamorfizzante. Il Blanford si oppose decisamente a questo modo di vedere, egli considerava tutte queste roccie, tanto le scistose che le granitoidi, come appartenenti ad unica formazione, anzi trovava perfetta somiglianza con analoghe roccie dell' India, dove le roccie granitoidi e gli scisti, ricoprenti quasi metà della penisola gangetica, presentano i graduali passaggi delle une nell' altre e da nessun geologo ivi si dubita sulla loro comune natura scistosa.

L' ingegnere Baldacci distingue nettamente due formazioni. La formazione scistosa, che forma la base, il fondamento di quasi tutto il suolo abissino : e i graniti e le altre roccie a tipo granitoide, che costituiscono la parte superiore.

La formazione scistosa è formata, procedendo da basso in alto, da gneiss, scisti gneissici e amfibolici, banchi di micascisti e cipollini, argilloscisti e filladi, tutti diretti a N-E con pendenza molto marcata ad O. La parte superiore è formata da potenti ammassi pressocchè orizzontali di roccie granitoidi, che poggiano in discordanza sugli scisti cennati.

È interessante come il Baldacci abbia potuto distinguere nettamente le due formazioni senza confonderle in unico gruppo, come fece il Blanford. È in oltre da notare che questa disposizione delle roccie a tipo granitoide al disopra di quelle a tipo scistoso è tutta al contrario di quanto avviene sulle nostre Alpi dove il nucleo è costituito dal gneiss granitoide, dal così detto serizzo ghiandone.

Passerò ora allo studio di queste roccie: gneiss, gneiss epidotifero, gneiss talcoso; micascisto talcoso, scisto amfibolico, scisto amfibolico epidotifero ossia ovardite, scisto cloritico, scisto calcareo-cloritico, scisti filladici e scisto siliceo.

N. 1. Keren. Gneiss.

È un gneiss tipico, abbondante di feldspato, il quale formando sovente delle segregazioni, dà alla roccia una struttura porfiroide (ad occhio). Contiene tutte e due le miche, ma l' oscura vi domina. Al micoscropio parte del feldspato si manifesta ortoclasico, ma il microclino vi è abbondante. Copiosa poi vi è la titanite.

N. 2. Gola di Ailet. Gneiss epidotifero.

È un gneiss finamente scistoso, ricco di amfibolo.

Al microscopio si mostra scarso di feldspato, avvicinandosi più ad un micascisto. Accessoria vi entra la titanite. Come prodotti secondarii bisogna annoverare: l' epidoto e la calcite.

N. 3. Monte Farak. Ailet. Gneiss talcoso.

È una massa feldspatico-talcosa verdastra, lucente, che può riferirsi a quel tipo di roccie a cui si è dato nome di gneiss protoginici.

N. 4. Collina presso Uà'à (Zula). Micascisto.

È un micascisto molto oscuro, perchè ricchissimo di biotite.

Presenta sulle superficie di frattura, esilissime pieghettature rettilinee, parallele, dovute sicuramente a compressioni laterali, determinate dalle forze orogenetiche, e che più accentuate avrebbero fornito una falsa scistosità (o come è intesa più comunemente una scistosità trasversale). Contiene dei cristallini neri aciculari, a splendore piuttosto vitreo, che al microscopio si palesano per tormalinia bruna a forte pleocroismo (da giallo bruno a bruno oscuro).

N. 5. Valle del Ghinda. Filogobai. Micascisto.

Micascisto marcatamente fogliettato, nero splendente, con tendenza al verdastro, per cloritizzazione della mica. Simile del resto alla roccia precedente.

N. 6. Uà'à. (Zula). Micascisto talcoso.

È proprio uno di quei tipi di micascisti verdastri più o meno talcosi e cloritici, così frequenti nella zona delle pietre verdi (stabilita dal Gastaldi) delle nostre Alpi occidentali, e che taluni indicano per scisti protoginici.

N. 7. Forte di Keren. Scisto amfibolico.

Amfibolite verde nerastra, splendentissima, ad elementi apprezzabili ad occhio nudo. Al microscopio presenta l'amfibolo bacillare verde, fortemente pleocroitico e, in assai minor quantità, granuli giallo-pallidi di epidoto e nel fondo anche granuli incolori di feldspato ortoclasico.

N. 8-9. Gumò. Valle Ausèba. (Keren). Scisto amfibolico.

Simile alla precedente, ma con struttura molto finamente scistosa, resa appariscente per alternanza di sottilissimi stratarelli bianchi feldspatici.

N. 10. Monte Ghèdam (Massaua). Scisto amfibolico.

Amfibolite verde oscura, occhiettata con macchie più chiare: attraversata da macchie e venuzze bianco-lattee di sostanza saussuritica. Al microscopio accanto all'amfibolo, discretamente pleocroitico, compare dell'augite verde chiarissima, quasi incolora (diopside o saalite), di formazione posteriore, infatti sempre racchiude cristalli dell'amfibolo e non è da questo mai racchiuso. Inoltre la roccia racchiude del feldspato ortoclasico, epitodo e bei cristalli di titanite.

N. 11. Ghinda. Scisto amfibolico.

Amfibolite finamente scistosa, nera grigiastra, con splendore semimetallico, tanto da sembrare uno scisto grafitico. Al microscopio risulta formato principalmente d' amfibolo bruno e in minore proporzione da feldspato, in gran parte ricoperto da una minuta granulazione epitodifera.

N. 12. Monte Ghèdam. (Massaua). Scisto amfibolico epitodifero.

Amfibolite nera verdastra, chiazzata in verde pistacchio da concentrazioni epidotiche. Non mostra segno apparente di scistosità; tanto da sembrare proprio una roccia massiccia. Al microscopio mostrasi costituita da amfibolo, in gran parte cloritizzato, da epidoto, il quale talora si concentra a formare quelle macchie visibili ad occhio nudo. Nella roccia compare anche plagioclase abbastanza ben conservato e come accessoria l'illmenite, circondata da quella sostanza biancastra, semiopaca, conosciuta nella letteratura petrografica col nome di Leukoxèno di Gümbel. Anche l'apatite è discretemente rappresentata.

Mentre la presenza del plagioclase fa riavvicinare questa roccia alle dioriti, d'altra parte l' abbondanza di epidoto e clorite la collegano colle roccie seguenti, conosciute col nome di ovarditi.

N. 13-14. Valle dell'Arghesama. Sotto il Monte Bizen (Ghinda). Scisto anfibolico epidotifero (ovardite).

Roccia verde pisello oscuro: apparentemente massiccia, ma anche al microscopio risulta la sua natura scistosa, mostrando una struttura finamente granulare e con fluttuazione degli elementi. Questi sono granuli di epidoto e ammassi verde chiari di clorite; tutto sopra un fondo incoloro di feldspato plagioclase e di muscovite e forse anche di talco. Qua e là granuli opachi, giallo ottone e a splendore metallico, riferibili a pirite.

Questa roccia mostra una perfetta somiglianza con quella che nelle nostre Alpi occidentali e precisamente nella zona delle pietre verdi ebbe il nome di ovardite, perchè la Torre d'Ovarda, in val grande di Lanzo, ne è essenzialmente costituita.

N. 15. Mai' hinzi. Arbaroba. Ghinda. Scisto cloritico.

Scito verde, sottilmente fogliettato, costituito in massima parte da clorite. Sulle superficie di frattura presenta un sistema di sottilissime pieghe, che gli danno un aspetto fibroso, ma che si spiegano per compressioni laterali preparante una scistosità trasversale.

N. 16. Fondo della valle Arghesama. (Ghinda). Scisto calcareo cloritico.

Roccia verde nerastra tendente al verde pisello: alla striatura bianco candido, come la sua polvere. Al microscopio si mostra formata principalmente da lamelle verdi pallidissime di clorite e da granuli di calcite, senza le geminazioni polisintetiche, tanto caratteristiche per questo minerale nei granuli dei calcari cristallini. Da questa descrizione appare evidente il suo riferimento ad un cipollino cloritico.

N. 17. Porte del diavolo. (Asmara). Scisto filladico.

Vero tipo di argilloscisto, come se ne trovano in tutte le formazioni geologiche, dall'eocene al paleozoico e all'arcaico.

N. 18-19. Acque calde di Ailet. Scisti filladici.

Anche questi sono argilloscisti, ma più lucenti e più verdastri del precedente: il vero tipo delle fillade.

N. 20. Porte del diavolo (Asmara). Scisto filladico.

La lucentezza si accentua di più, diventando un po' grassa e ricordando in tutto uno scisto sericitico.

N. 21. Mai' hinzi. Arbaroba (Ghinda),

Scisto siliceo, nero compattissimo; vera lidite, come se ne trova in tutte le formazioni geologiche.

ROCCIE MASSICCIE ANTICHE

Riuniamo quì tutte quelle roccie ad aspetto granitico, che formano delle intrusioni attraverso la serie cristallina sopradescitta o si distendono a guisa di potentissime e estesissime colate su di essa, formando il livello superiore dell' Arcaico, secondo l' ingegnere Baldacci.

Parleremo quindi di pegmatiti, di granito a mica oscura ossia granitite, talora ad aspetto porfiroide, di granito e di granitite amfibolici, di granititi epidotifere, di leptiniti. Del tipo porfirico citeremo poi i granofiri (micropegmatiti della scuola petrografica francese), i porfidi quarziferi, l' eurite o porfido compatto terroso.

Delle roccie meno acide descriveremo la diorite quarzifera; le dioriti con passaggio alle diabasi ossia le vere epidioriti, le dioriti epidotifere e infine anche la diorite porfirica.

N. 22. Monte Ghedam (Massaua) Pegmatite.

Roccia a grossi elementi, di color roseo. Il feldspato vi predomina; ad occhio nudo è visibile la sola muscovite. Al microscopio ci presenta il feldspato ortoclasico e il microclino penetrati da sottilissime infiltrazioni di ematite in lamelle rosso sangue. Oltre alla muscovite compare pure la biotite, in gran parte ridotta in clorite. La presenza della biotite nelle pegmatiti non è nuova. Ho visto delle bellissime pegmatiti delle Alpi centrali, dove la biotite, in larghe lamelle predonima sulla muscovite: sicchè la denominazione *pegmatite* più che una specie litologica, deve indicarci una struttura peculiare delle roccie granitiche. Nella roccia in questione vi è moltissima quantità di granuli di granato rosso, ai quali si deve pure la colorazione della roccia. Inoltre del quarzo pegmatitico.

N. 23. Monte Ghedam. (Massaua). Pegmatite.

Quest'altra pegmatite è bianchissima, a piccoli elementi, in modo da fare un vero passaggio alle leptiniti (apliti, secondo altri scrittori). È ricca di feldspato e contiene pochissima mica chiara.

Al microscopio mostra oltre all'ortoclase anche del plagioclase e principalmente del microclino.

Accessoriamente vi si nota molta apatite.

N. 24-25-26. Keren. Granitite.

Sono diversi campioni più o meno ben conservati di granititi (ossia granito a biotite) a grana piuttosto piccola, ricchi di feldspato (ortoclasico e plagioclasico). Presentano del resto tutto l'aspetto delle granititi frequenti sulle nostre Alpi, in Calabria, in Corsica, Sardegna e nell'arcipelago toscano.

N. 27. Valle di Ziret. Barresa (Ghinda) Granitite.

Roccia molto simile alle precedenti, però giallastra perchè il feldspato oltre ad essere profondamente caolinizzato, è imbevuto da una sostanza ocracea giallastra. Al microscopio appare molto ricca di quarzo. Il feldspato, non ostante la sua profonda alterazione si fa conoscere in gran parte per plagioclase, ricoperto da granulazione giallognola di epidoto. La mica assai pallida è spesso cloritizzata.

N. 28. Vanut. Piano di Gurà. Granitite.

Granitite grigio chiara a grana media, ben conservata. Al microscopio mostra oltre all'ortosa anche del plagioclase, quarzo e biotite ancor fresca. Abbondante vi è l'apatite in sottili e lunghi aciculi.

N. 29-30. Amba Saul. (Molto a N. di Keren) Granitite.

Questa roccia per l'aspetto è identica alle precedenti. Al microscopio mostra però abbondanza di plagioclase e prevalentemente di microclino.

Questo fa nascere il sospetto che molte di queste roccie descritte come graniti, possano essere solamente gneiss granitoidi.

Ma però il microclino è stato trovato anche nei graniti veri. L'epidoto è abbondante, non solo come minuta granulazione, cosparsa sui plagioclasi, ma anche in granuli abbastanza grossetti. Abbondano pure gli aciculi di apatite.

N. 31. Ghinda Granitite.

La roccia è più oscura, e a splendore più grasso delle precedenti e ciò dipendentemente dal feldspato ridotto in saussurite. Il microscopio conferma questo stato di alterazione del feldspato, e mostra la mica molto cloritizzata. Quà e là si constatano le granulazioni dell' epidoto.

N. 32. Fortino di Ghinda. Granitite amfibolica.

È una roccia grigia piuttosto oscura, perchè la biotite vi è in gran parte rimpiazzata dall' amfibolo e perchè il feldspato è meno abbondante. Al microscopio la mica è quasi totalmente ridotta in clorite, l'amfibolo invece vi è discretamente conservato. Accessoriamente compare molta apatite.

N. 33. Vanut. Gurà. Granitite amfibolica.

Questa granitite è molto simile alla precedente, però qui è la parte feldspatica, che predomina sopra la parte oscura formata di amfibolo e biotite e da ciò una tinta più chiara della roccia. Il feldspato si presenta in grossi cristalli che formando come delle segregazioni, danno alla roccia un aspetto porfirico.

N. 34. Valle del Marèb. (fra Godofelassi e Gurà). Granito amfibolico.

Questa roccia è grigia, piuttosto oscura, non tanto per l' abbondanza dell'amfibolo, quanto per la colorazione grigiastra del feldspato e per l' abbondanza del quarzo. La biotite è anche discretamente conservata. Al microscopio si riconosce per plagioclase gran parte del feldspato: ciò che fa avvicinare la roccia ad una diorite quarzifera. L' apatite vi è copiosa.

N. 35. Forte piccolo di Ghinda. Granitite porfirica.

Roccia grigio oscura, a tinta però più smorta della precedente, perchè il feldspato è abbastanza alterato. Alcuni cristalli di feldspato, sviluppati maggiormente, formano delle vere segregazioni porfiriche. Il microscopio conferma lo stato di alterazione del feldspato, non che degli altri elementi. Il feldspato è in gran parte plagioclasico; la biotite è accompagnata dall' amfibolo. Il quarzo è meno abbondante della roccia precedente.

N. 36. Valle di Ziret. Barresa. (Ghinda). Granitite porfirica.

Questa roccia è a grana assai fine, a tinta un po' più chiara della precedente e pei grossi cristalli di feldspato aquista un aspetto porfirico.

Al microscopio si mostra perfettamente simile alla precedente.

N. 37. 38. 39. 40. 41. Cima del Monte Bizen. (Ghinda) Granitite rosea.

Il colore roseo di queste roccie è dovuto al feldspato compenetrato da sostanza ferruginosa.

La biotite vi è per lo più cloritizzata, e in generale poco abbondante. Il feldspato più o meno alterato, al microscopio si fa riferire al plagioclase, ed è accompagnato da granulazioni epidotiche, che talora raggiungono discrete dimensioni. L'amfibolo si trova in tutti i campioni, ma in proporzione variabile.

N. 42. Valle del Marèb. Granitite rosea amfibolica.

Roccia grigiastra, macchiettata porfiricamente in rosa e in bianco dai cristalli di feldspato. Il fondo grigio, guardato attentamente, risulta formato da quarzo e da un minerale nero, che al microscopio si riconosce per amfibolo, in parte cloritizzato e disseminato di granuli epidotici. Il feldspato è bianco e presenta spesso una leggera tinta giallastra, dovuta a copiosa formazione di epidoto. La biotite vi è anche discretamente rappresentata, ancor essa in parte cloritizzata: il quarzo abbonda e così anche l' accessoria apatite.

N. 43. Fiume Marèb. Granitite porfirica epidotifera.

Questa bellissima roccia ha molta analogia colla precedente, però sul fondo grigio spiccano delle macchie bianche feldspatiche e delle altre color verde pistacchio epidotiche. Pulita dovrebbe riuscire di un magnifico effetto. Ad occhio nudo, e meglio poi al microscopio si distinguono nella roccia dei cristallini di pirite. La caolinizzazione dell' ortoclase e l' epidotizzazione del plagioclase è molto marcata. L' epidoto oltre che in minuta granulazione sul plagioclase, compare anche in grossi granuli gialli, discretamente pleocroitiche. La biotite è più abbondante che nella roccia precedente; in parte è cloritizzata.

N. 44. Arbascico (Valle dell' Anseba); N. 45. Monte Bizen. (Ghinda). Leptiniti a biotite.

Roccie granitiche formate pricipalmente da feldspato rosso mattone e da piccole lamelle nere di biotite, poco splendente per avanzata decomposizione. Il quarzo pare mancare , non solo perchè confuso dal colore generale della roccia, ma anche perchè scarso. Al microscopio si spiega la colorazione rossa del feldspato per infiltrazione di sottilissime vene riempite da lamelle rosse di ematite che attraversano anche gli altri elementi (quarzo e biotite). La biotite è abbondante; il quarzo appare più copioso di quello che non sembri ad occhio nudo.

N. 46. 47. 50. Monte Bizen; N. 49. Falde del Monte Bizen (Ghinda), N. 48. Debra Sina (Mensa) Leptiniti a biotite.

Queste roccie sono di grande importanza. Infatti per la loro struttura minutissimamente granulare, per la mancanza quasi assoluta di mica, e per la struttura microscopica si lascerebbero riferire a roccie clastiche, a delle vere arcose.

Sembrano delle arenarie , ma guardate attentamente risultano formate in gran parte da feldspato. Il loro colore rosso più o meno carico è dovuto a infiltrazione di ossido di ferro. Pochissima è la mica, essa è della biotite più o meno profondamente cloritizzata. Al microscopio appare più nettamente la natura clastica di queste roccie ; infatti oltre ai granuli irregolari e arrotondati di feldspato molto decomposto e di quarzo, compare anche la mica in lamelle cloritizzate, e poi il tutto è cimentato da una pasta eminentemente feldspatica caolinizzata. Se però il presentarsi in dicchi, come le descrive il Baldacci, non è apparente , e che debbano ascriversi a roccie massicce , il loro posto nella classificazione sarebbe tra le leptniti , avuto riguardo alla loro struttura, benchè generalmente si ammette per le leptniti la presenza della sola muscovite. Però abbiamo visto come anche le pegmatiti possono presentare anche la biotite.

N. 51. Falde del Monte Bizen. N. 52. Monte Digdigta presso Ailet Granofiro (Micropegmatite).

Roccie compattissime, rosee, ceroidi, con macchie verde pistacchio epidotiche. Il microscopio ce li mostra formate principalmente da feldspato e quarzo che s'intrecciano in modo da costituire quegli aggregati caratteristici delle pegmatiti, onde il nome di micropegmatiti. Spesso più individui feldspatici così attraversati dai cuneetti quarzosi, si riuniscono a guisa di sferuliti attorno ad un centro, riuscendo di un bellissimo effetto alla luce polarizzata. La mica vi è scarsamente rappresentata da lamelle di biotite.

N. 51.52.53.54 Ma'ià, fra Godofelassi e Gura Porfido quarzifero.

Sono porfidi a massa litoide, porcellanica, con ricche segregazioni di quarzo e di feldspato bianchissimo.—Al microscopio mostrano una massa fondamentale litoide, felsitica, dove sono sparse delle segregazioni, più o meno angolose di quarzo e di feldspato profondamente caolinizzato.

Qua e là si scorgono delle cavità riempite da calcedonio in venature o in sferuliti a struttura sempre fibroso-raggiata, che si manifesta colle molteplici croci di estinzione tra i Nicol incrociati.

A me è rimasto dubbio se queste roccie debbano assolutamente riguardarsi come veri porfidi quarziferi o se non lo siano solo apparentemente. La loro massa fondamentale più che una devetrificazione d'una pasta vetrosa, ha tutta l'apparenza di una pasta caolinica. Le segregazioni invece che essere arrotondate e presentare insenature della massa fondamentale a guisa di pseudoinclusioni, si presentano angolose e irregolari.

N. 55. Sahati, forte Sud.—N. 56. Bet-Mekà-Asmara.—N. 57. Scià-à. Pseudoporfido.

In queste roccie è poi evidente l'impronta del conglomerato. Saranno forse fatte a spese di veri porfidi quarziferi. Lo stato d'intorbidamento, prodotto da sostanze ocracee giallastre o rossastre, ne rende assai difficile lo studio al microscopio.

N. 58-61 Bet-Mekà-Asmara, Eurite.

A queste roccie biancastre e compatte ho dato il nome di euriti per l'aspetto molto simile a quei porfidi compatti noti nella letteratura petrografica con questo nome o anche con quelli di argil-

lofiro o di felsite. Il Baldacci ce li descrive come prodotto di metamorfismo dei basalti sugli argilloscisti arcaici. Roccie perfettamente simili noi troviamo all'isola d'Elba, e dai diversi scrittori della geologia di quell'isola, furono considerate come una varietà di porfido. In una mia recente nota (1) ho potuto dimostrare che l'eurite dell'Elba non ha nulla di comune col porfido quarzifero, che sempre accompagna. Dapertutto ove le due roccie compaiono, netto è il distacco di esse al contatto; ho infine conchiuso coll'ammettere per quella roccia un'origine di metamorfismo (del porfido quarzifero sugli scisti arcaici) nè più nè meno come in questo caso dell'Abissinia. La simiglianza delle due roccie e del loro modo d'origine mi ha condotto a ripetere anche per esse la denominazione di eurite.

Il N. 61 è interessantissimo perchè mostra ancora molto nettamente la scistosità primitiva della roccia originaria.

N. 62. Cave di Ghinda. Diorite quarzifera.

Roccia nerastra tendente al verde, ad aspetto doleritico: sembra assolutamente un' amfibolite.

Il microscopio ce la mostra formata d'amfibolo verde, fortemente pleocroitico (giallo-pallido, giallo-verdastro, verde), da feldspato plagioclase e ortoclase in parte decomposti e da quarzo. Questi elementi bastano a farci riferire la roccia ad una diorite amfibolica quarzifera. Come ben si vede è ben più difficile mettere una netta separazione tra un granito amfibolico e una diorite, che fra un granito e una sienite. La presenza e la variabilità di proporzione del plagioclase ci rende talora ben difficile una sicura determinazione.

N. 63 Monte Dongollo presso Ghinda, Diorite quarzifera.

Anche oscura come la precedente ; ma qui il feldspato è più appariscente, formando delle macchiette o delle venature. Al microscopio è perfettamente simile alla precedente.

N. 64. Monte Dongollo presso Ghinda, Epidiorite.

Qui gli elementi sono più grandi. Il feldspato è più appariscente; esso è ridotto in masse d'aspetto ceroide, o in altri termini è trasformato in saussurite. L'amfibolo è spesso ricoperto da squame

(1) L'età del granito di Monte Capanne (isola d'Elba). R. Accad. dei Lincei 1891.

di clorite. Al microscopio si scorge oltre a questi elementi, la clorite disposta in aggregati fibbrosi a contorno e ripiegature quanto mai bizzarre, solo intersecata da minuta granulazione feldspatica.

N. 65. Mescielit. Epidiorite.

Il feldspato in questa roccia è profondamente decomposto ; l'amfibolo abbontantissimo è molto cloritizzato. Abbondante vi compare la magnetite.

N. 66. Mescielit. Epidiorite.

Ad occhio nudo sembra una roccia dioritica simile a quelle già descritte , ossia formate d' amfibolo più o meno cloritizzato e da feldspato saussuritizzato. Quando però si osserva da vicino l' amfibolo si vede costituito da esilissime fibbre. Al microscopio la roccia ha tutto l'aspetto di una epidiorite tipica; non vi si potè però constatare la presenza di segregazioni di augite. Contiene quale elemento accessorio il quarzo in granuli, dovuto facilmente ad azioni secondarie di decomposizione.

È una roccia interessantissima, perchè l' amfibolo, poco abbondante, è sempre trasformato in un aggregato fibbroso o bacillare verde chiaro, quasi incoloro che per tutti i caratteri ottici si fa riferire ad augite (strahlstein) : e però noi ci troviamo appunto dinanzi ad una di quelle roccie di passaggio tra le dioriti e le diabasi. Le epidioriti sin'ora descritte presentano l' augite trasformata in un aggregato di fibbre di amfibolo (ossia uralitizzato); questa nostra roccia invece ci presenta il caso inverso, ossia dell'amfibolo paramorfizzato in un aggregato bacillare o fibbroso d' augite. Le condizioni di formazione di queste roccie essendo intermedie fra quelle della diorite e della diabase; a secondo poi che in principio favorirono la formazione del tipo dioritico o diabasico, produssero una epidiote dioritica o diabasica. Del resto che si tratti di una epidiorite tipica ci viene confermata dalla presenza, abbastanza abbondante di illmenite circondata dalla Leukoxeno , del quale fu fatto più volte parola nel corso di questa relazione. Il feldspato di questa roccia è ricca di minuta granulazione epidotica e però accenna alla saussuritizzazione.

N. 67 Aiderèso, al S. del monte Bizen. Epidiorite.

Microscopicamente simile alla precedente, però vi compaiono delle macchie giallastre o verdastre epidotiche. Al microscopio mostra del feldspato plagioclasico discretamente ben conservato; amfibolo, in parte cloritizzato, accanto a dell'augite verde pallida, quasi incolora; ma poi abbondanza di piccoli granuli gialli di epidoto che frequentemente si accumulano a formare degli aggregati granulari. Anche questa è una delle roccie di passaggio tra le dioriti e le diabasi; ma i due elementi amfibolo e pirosseno sono completamente indipendenti l'uno dall'altro. Anche qui l'illmenite, circondata dal classico Leukoxèno attesta la relazione della roccia colle epidioriti.

N. 68. Passo di Scillikì, tra il monte Ghedam e l' Agametta. Epidioriti.

Abbontantissimo amfibolo e in grossi cristalli a struttura fibbrosa: del resto la roccia consimile alla precedente.

N. 69. Aiderèso, al S. del monte Bizen. Diorite epidotifera.

Questa roccia è simile all' altra della stessa località descritta più sopra, solo che è più ricca d' epidoto, il quale compare anche in segregazioni visibili ad occhio nudo.

N. 70 Dicchi sul monte Bizen. Diorite epidotifera.

Roccia grigia più oscura delle precedenti, perchè la massa feldspatica ha una tinta grigio verdastra sporca da rendere più difficile la distinzione dei cristalli di amfibolo. Al microscopio l'amfibolo è bruno, discretamente pleocroitico, in parte cloritizzato. La tinta della roccia dipende dal fatto che gli elementi sono minuti e intimamente collegati fra di loro.

N. 71 Dicchi nel terreno cristallino del forte di Gurà.—N. 72 Sahati Diorite epidotifera.

Queste due roccie per la tinta quasi nera, per la loro compattezza, per il loro peso, rassomigliano ad un basalte. Al microscopio si mostrano formate da un fitto aggregato di feldspato plagioclase e aciculi esili e lunghi rosso-bruni di amfibolo, fortemente pleocroico (giallo-sbiadito, bruno, bruno-oscuro) accompagnato da clorite.

Accanto a questi elementi però compare e in gran quantità, l' augite in granuli o cristalli, verde pallidissimo, quasi, incoloro, ma benissimo conservata. Quà e là vi è anche dell' epidoto e qualche granulo di magnetite.

N. 73. Ualico. Diorite porfirica.

È verde grigiastra, molto oscura e a struttura porfirica per grosse segregazioni cristalline di feldspato, per lo più arrotondate. La roccia però è molto decomposta e il feldspato della massa profondamente saussuritizzato. L'anfibolo è copiosissimo e spesso cloritizzato. Frequentissime sono i granuli di leukoxèno biancastro, che solo di rado presentano un nucleo nero ancora intatto di illmenite. Abbondanti sono pure gli aciculi di apatite.

Come appendice alle roccie massiccie antiche citiamo:

N. 74. Nei micascisti della gola di Ailet;

N. 75. 76. Nel cristallino presso la cima del Bizen.

Che sono delle vene feldspatiche, essenzialmente costituite da ortosa.

N. 77. Aris Avise. Una vena di epidoto.

Basalti

Le roccie che imprendiamo ora a descrivere sono compattissime, a tinta nera talora con un piccolo accenno al verdastro, dovuto ad un principio di decomposizione. Viste attentamente ci presentano una struttura completamente afanitica (basalti propriamente detti, N. 78-83); o permettano di riconoscere ancora alcuni elementi da cui sono costituite, e principalmente l' augite e il feldspato (basalti doleritici *N. 84-89*).

Al microscopio mostrano tutte indistintamente una struttura eminentemente cristallina, senza traccia di parte amorfa: ossia sono tutte delle vere doleriti. Gli elementi da cui sono formate, in ordine decrescente di abbondanza sono: l'augite, l'olivina, il feldspato plagioclase, la magnetite e l'apatite.

L' augite è rosso-bruna, fortemente pleocroitica (giallo-bruna,

rosso-bruno, bruna-violacea): essa forma l' elemento ultimo formato, proprio il fondo sul quale spiccano tutti gli altri minerali.

L' olivina compare o in grossi granuli; e allora presenta ancora intatto il contorno cristallografico; ma più generalmente è in frammenti granulari, distribuiti in tutta la roccia. Generalmente l' olivina è ben conservata, o solo arrossata alla parte esterna: anzi non è raro il caso di vedere nello stesso esemplare di roccia dei granuli intatti, allato ad altri arrossati, e talora molto profondamente. A preferenza gli arrossati sono i granuli più grandi, che spiccano a guisa di segregazioni nella roccia. Quest' arrossamento non si limita sempre alla parte esterna; ma procede nell'interno per venature che s'intrecciano fra di loro a guisa di rete, riproducendo il processo abituale nella serpentinizzazione di questo minerale.

In quelle roccie soggette all'alterazione, l'olivina è serpentinizzata; anzi spesso di essa non rimane che un ammasso verdastro di sostanza serpentinosa, che talora penetra in tutta la roccia, dandole quella tinta leggermente verdastra su cennata. L' olivina presenta inclusi dei cristallini di magnetite (forse anche di ferrocromato) e delle bolle vetrose, quasi perfettamente sferiche o ellissoidali, con libella, naturalmente immobile.

Il plagiocase è in lunghe liste, a numerose lamelle geminate, con angoli di estinzione molto grandi (raggiungendo sino a 45° e anche 50° tra le due lamelle geminate) e quindi va riferita alla serie più basica, dalla labradorite all' anortite.

La magnetite è abbondante: anzi pare che rimpiazzi l' olivina, dove questo è meno abbondante.

Tutti gli elementi presentano poi delle esilissime venuzze, che partendo dall' esterno penetrano a differenti profondità nell' interno del minerale, oppure dipartendosi da una vena più grandicella, si insinuano nella massa del minerale. Queste venature, talora di dimensioni appena apprezzabili; quando raggiungono un certo spessore, fanno riconoscere esser formate da sostanza vetrosa incolore o più frequentemente giallastra; la sola parte vetrosa che compaia in queste roccie, la sola che ci attesti il residuo amorfo

del magma fluido originario.

In ordine ad età di formazione gli elementi di queste roccie procedono così: apatite e magnetite , olivina , feldspato, augite : e come prodotti secondarii di alterazione vengono in ultimo il serpentino e la clorite.

Per comodità della descrizione dovremo qui allontanarci un po' dall' ordine, tenuto sinora, nella numerazione.

BASALTI D' ASPETTO AFANITICO

N. 83. Valle di Ziret. Barresa, presso Ghinda.

Roccia nera, un po' verdastra per principio di decomposizione. Presenta sottili liste di plagioclase e magnetite in grande abbondanza: invece l'olivina è rappresentata solo da ammassi di sostanza verdastra serpentinosa. L'augite, che costituisce il fondo della roccia, è molto pallida.

N. 82. Valle di Ghinda, presso i pozzi.

Molto nera, e però meglio conservata della precedente. L'augite del fondo vi è frequentemente cloritizzata.

N. 81. Felfelè. Bassa valle dell'Anseba. Molto a Nord di Keren.

È a minutissimi elementi. L'olivina vi è rappresentata da grandi macchie verdastre serpentinose. È singolare poi come accanto ad essa compaiono degli altri elementi benissimo conservati: forse le dimensioni degli elementi hanno favorito la loro resistenza all'alterazione. La magnatite è discretamente abbondante.

N. 80. Godofelassi.

Analoga alla precedente, però vi si aggiunge un' abbondanza di piccoli granuli di olivina, talora di proporzioni estremamente piccole, distribuite per tutta la massa della roccia. Oltre alle macchie verdi serpentinose, altre ne compaiono verde-bluastre di clorite , dovute all' alterazione dell' augite. È anche qui singolare il fatto della presenza di elementi intatti, p. e. l' olivina in parti dove abbonda la clorite; o dell' augite dove si trovano prossime le macchie verdi serpentinose.

N. 79. Ambaroba. Ghinda Asmara (Sopra gli scisti filladici).

Questa roccia è ad elementi più grandi. L'olivina oltre che in grosse segregazioni, rotte e in parte serpentinizzate, compare anche in minuti granuli diffusi in tutta la massa della roccia. La magnetite è bensì rappresentata, ma scarsamente, come a compensare l'abbondanza dell'olivina.

N. 78. Dogali.

Roccia perfettamente analoga a quella descritta più sopra al N. 80.

BASALTI D'ASPETTO DOLERITICO.

N. 84. 85, Larusa. Altipiano di Damba, tra l'Asmara e Gurà.

Al microscopio questa roccia si mostra formata da grandi elementi perfettamente conservati. L'olivina vi è limpidissima, in granuli irregolari, e col plagioclase formano gli elementi predominanti della roccia.

La magnetite invece vi è poco abbondante. Il N. 85 è però un poco alterato, infatti l'olivina è un poco serpentinizzata.

N. 86 Adì-Guadad; a S-E dell'Asmara; fra Asmara e Gurà.

Roccia identica alle precedenti; ma un po' più alterata; anzi l'olivina presenta al massimo grado l'arrossamento e penetrante molto profondamente nell'interno del minerale.

N. 87. Strada Debarroa-Godofelassi. Sul versante del fiume Barca. N. 88. Arechit. Marchanò. Hamasen.

Anche queste roccie sono a grandi elementi, e ricche di olivina. È singolare però in esse l'augite giallo-pallida, con accenno, alla parte esterna, di cloritizzazione. In compenso però l'olivina che suole essere ordinariamente perfettamente incolora, ha qui una tinta giallognola, e un arrossamento molto pronunziato e profondo; viceversa difficilmente è serpentinizzata.

N. 89. Colle di Seiket. Molto a N. di Godofelassi.

Questa roccia è a grana media; contiene delle grandi segregazioni plagioclasiche a contorno irregolare. L'olivina vi è profon-

damente decomposta. Talora nelle macchie verdastre serpentinose dovute alla sua alterazione, si scorgono delle venature e delle sferuliti di calcedonio.

Le roccie sinora descritte col nome di basalti, vennero indicate dal Blanford colla denominazione di trappi, non solo per il loro aspetto nero, compatto, basaltico; ma anche per la loro forma geologica in grandi colate o mantelli, pressochè orizzontali. Il Blanford però distinse due gruppi: uno inferiore a strati piuttosto inclinati, sporgenti talora a guisa di scogli, attraverso quelli orizzontali del gruppo superiore. Chiamò l'inferiore gruppo di Ashangi, perchè sviluppato attorno al lago di questo nome e quello superiore: gruppo di Magdala: al quale secondo tutte le probabilità vanno riferiti gli esemplari quì descritti.

Il gruppo di Ashangi è formato, secondo il Blanford (pag. 183) da roccie dioritiche, spesso ricche di amigdali ripiene di agate o zeoliti (per lo più stilbite bianca o rossa), rivestiti da terra verde (clorite ?). Con queste colate doleritiche s'intercalano letti di ceneri ricche di augite o breccie vulcaniche. Molte colate sono assolutamente scoriacee. A Meshek fu possibile osservare le relazioni tra i due gruppi di trappi, e colle roccie sottostanti. Ma quivi la geologia è molto confusa, il calcare d' Antalo e le arenarie ad esse associate essendo molto disturbati e scontorti, e inoltre al Blanford non fu dato di prolungare di molto le sue osservazioni per la ristrettezza di tempo concessogli. Ad ogni modo egli potè stabilire in modo assoluto che il gruppo d'Ashangiti non è anteriore all'oole.

Il Blanford inoltre dice che pei caratteri mineralogici rassomiglia in tutto alla serie trappica dell'India occidentale, dove si considerano per cretacei. Ma certamente a tale enorme distanza il carattere mineralogico non è raccomandabile per fare dei paragoni cronologici.

Però analoghe colate sono conosciute quà e là lungo la costa dell' Arabia, sottoposte sempre alla serie nummulitica, perfettamente come per i trappi di Bombay (Guzerat e Cutch). È una

quistione interessantissima, dice il Blanford, per le ricerche future, di indagare quali correlazioni esistano tra i varii gruppi di trappi (sopra-secondarii e sotto-terziarii) del S. O. dell' Asia e dell' E. dell' Africa. Se si potesse arrivare a dimostrare che sono veramente collegate, come i resti di una grande regione vulcanica antica, un' idea non assolutamente improbabile, il loro studio acquisterebbe un grandissimo interesse per la storia geologica della Terra. Ad ogni modo, seguita lo stesso Blanford, questi trappi sono molto rimarchevoli e meritano di essere descritti più dettagliatamente di quanto non siano stati finora. Nessuna cosa di simile è stato osservato nell' epoca attuale sulla superficie terrestre e il loro modo di formazione è ancora abbastanza oscuro.

Nel gruppo superiore, ossia di Magdala, il Blanford trova più spesso delle colate di trachite, più o meno cristallina, però sempre di poco spessore, ma che si ripetono moltissime volte, sempre disposte orizzontalmente costituendo la maggiore difficoltà per l' accesso agli altipiani, e specialmente delle ambe, tanto abbondanti in Abissinia. Anche per queste roccie il Blanford trova molta rassomiglianza con analoghe formazioni del Deccan occidentali e colle vallate dei *ghat* occidentali in India: ma i burroni abissini sono più esagerati.

Alcuni strati trachitici sono brecciati: altri invece presentano una struttura columnare.

Le doleriti associate a queste trachiti sono generalmente compatte, raramente amigdaloidi, e più raramente le amigdali presentano la terra verde (clorite?). Nessuna formazione riposa sopra di queste roccie, sicchè è incerta la determinazione della loro età. Il Blanford dice che i trappi dello Sciòa e dell' Abissinia centrale dovranno riferirsi a questo secondo gruppo. E in verità, per i loro caratteri litologici non che per la loro disposizione orizzontale i nostri basalti vanno riferiti a preferenza al gruppo di Magdala, e debbono quindi riferirsi con molta probabilità al cretaceo se non assolutamente all' eocene.

SERIE DI ADEN.

Lungo la costa del Mar Rosso s'incontra una numerosa serie di centri vulcanici estinti, che si collegano intimamente coi vulcani sottomarini che ancora, di tanto in tanto, danno segni di attività, e che si osservano in diversi punti a qualche distanza dal littorale. A questa categoria deve riferirsi il cratere vulcanico su cui è fabbricata Aden, onde il nome, dato a tutte queste roccie vulcaniche, di serie di Aden. Queste roccie sono largamente sviluppate nei pressi di Massaua e della baia di Zula. Io ho potuto studiarne dei campioni di Dogali.

N. 91 Dogali.

Roccia verde chiaro compatta, con minuta punteggiatura nera di amfibolo splendente. Al microscopio attesta una struttura essenzialmente feldspatica. Vi predomina il feldspato ortoclasico, (sanidino), accompagnato da amfibolo bruno chiaro, marcatamente pleocroitico (giallo chiaro, bruno chiaro, bruno). La massa fondamentale della roccia è microlitica, e mostra nettamente la microfluttuazione.

È interessante osservare come le grosse segregazioni feldspatiche che a luce naturale sembrano formate da un solo individuo, a luce polarizzata si risolvano in un fitto aggregato fibroso di microliti, simili a quelli sparsi nella massa fondamentale. In molti punti di questa, spicca la pasta vetrosa, incolora e anch'essa con marcata microfluttuazione: carattere questo che distingue queste roccie giovani da quelle più antiche più sopra descritte.

È notevole la presenza della clorite, talora in ammassi di notevoli dimensioni: sovente con una struttura fibrosa da rammentare la biotite, da cui con molta probabilità deve essere originata. La magnetite vi è scarsamente rappresentata.

Memoria IV.

Sulla variazione in latitudine della sede dei principali fenomeni Solari.

MEMORIA

DEL

Prof. ANNIBALE RICCÒ

La serie di osservazioni astrofisiche solari da me eseguite nell' Osservatorio di Palermo dal 1880 al 1890, ossia giusto per un ciclo undecennale dell' attività solare, aveva per iscopo precipuo lo studio della fisica del sole, e perciò le cure ed il tempo per effettuarle erano posti specialmente nel disegnare sulla proiezione le macchie e collo spettroscopio le protuberanze solari; la bontà del cielo meridionale permettendo di vedere e rilevare anche finissimi particolari, valeva la pena di destinare a questi disegni anche parecchie ore al giorno.

Invece la determinazione delle posizioni si faceva solo in modo approssimato, circa a mezzo grado per le latitudini, lasciando le cure di più rigorose misure, per le quali non occorre un cielo di singolare bellezza, agli osservatorii esteri, specialmente ove a questo scopo usasi la fotografia.

Però i predetti rilievi, per quanto approssimati, sono sufficienti in una lunga serie di osservazioni a mettere in evidenza i grandi movimenti o spostamenti dei fenomeni solari; e di più per la compensazione degli errori fortuiti che hanno luogo nell' insieme di moltissime determinazioni di posizione, le medie annue delle latitudini eliografiche si possono ritenere esatte, come è dimostrato ad esempio dalla perfetta coincidazione coi valori ottenuti a Potsdam con metodi più rigorosi.

Avendo ora l' assistente sig. Dott. C. Del Lungo compiuto coi consueti metodi e colle stesse formole il laborioso calcolo delle latitudini delle macchie solari apparse nel 1890, ed io quello delle

protuberanze, come io e l' assistente sig. Ing. Mascari all' osservatorio di Palermo avevamo fatto quello per gli altri 10 anni precedenti, le due serie delle medie annue delle latitudini eliografiche per le macchie e per le protuberanze sono ora complete , ed ho l' onore di presentarne i risultati.

La tabella I. e la fig. 1. dànno la serie dei valori delle latitudini eliografiche medie per le macchie e per le protuberanze, distintamente nei due emisferi , boreale ed australe ed insieme per l' intera sfera solare.

Tabella I.

	ANNO	LATITUDINI ELIOGRAFICHE MEDIE					
		MACCHIE			PROTUBERANZE		
		Boreali	Australi	Boreali ed Australi	Boreali	Australi	Boreali ed Australi
1878. 9 minimo	1880	20°.3	20°.0	20°.1	39°.9	41°.6	40°.6
	1881	18. 9	19. 2	19. 0	36. 7	37. 8	37. 1
	1882	15. 3	16. 4	15. 9	35. 8	34. 2	34. 7
	1883	11. 3	14. 0	12. 9	32. 2	30. 8	31. 9
1883. 9 massimo	1884	10. 4	12. 6	11. 6	35. 0	29. 3	30. 9
	1885	10. 2	12. 3	11. 7	31. 1	26. 2	28. 7
	1886	10. 0	10. 7	10. 4	28. 8	25. 9	27. 5
	1887	9. 1	9. 8	9. 5	30. 4	32. 9	31. 7
	1888	5. 3	8. 8	8. 3	27. 7	32. 3	31. 2
	1889	12. 6	13. 3	13. 1	36. 4	35. 7	35. 9
1889. 9 minimo	1890	22. 0	22. 8	22. 4	38. 5	42. 9	41. 3

Si scorge subito che le latitudini medie delle macchie vanno diminuendo continuamente e gradatamente fin presso all' epoca del

minimo dell' attività solare da circa 20° fin a poco più di 5°; poi quando questo minimo è in corso, le macchie rapidamente risalgono alle elevate latitudini primitive: in altri termini, la ricomparsa delle macchie dopo la scomparsa quasi completa nel tempo del minimo, avviene a latitudini più alte, per tornare poi a discendere e ritirarsi verso l' equatore solare nel corso del ciclo successivo.

È questo il grande movimento di *fluttuazione* delle macchie solari, che certamente ha un nesso strettissimo colla fisica dell'astro: fu già dimostrato da Carrigton e Spörer per i cicli precedenti: lo attuale conferma l' esposta legge.

Ma riguardo alle protuberanze solari il terreno era affatto nuovo per siffatte indagini. Le delicate e difficili osservazioni di questi fenomeni in pieno sole possono solo riuscire continuate e proficue là dove si ha cielo bello, buoni e potenti strumenti. È quindi avvenuto che diversi osservatori i quali avevano penosamente intrapreso questo studio, lo hanno dovuto abbandonare; altri hanno fatto osservazioni e studî speciali importanti, ma saltuari, cambiando spesso strumenti. In conclusione non è rimasto di serie completa, continuata fino ad ora, che quella di Roma (Secchi-Tacchini) e quella di Palermo (Tacchini-Riccò): anzi in questa seconda stazione non essendo mai stato mutato il telespettroscopio adoprato, la serie è anche più omogenea, e ciò spiega il buon risultato avuto riguardo alle latitudini medie di questi fenomeni.

Osservando la tabella I, e meglio la figura 1, si vede che anche le latitudini medie delle protuberanze vanno decrescendo, quantunque meno regolarmente fino verso l' epoca del minimo, da circa 40° fin a poco più di 25° poi si rialzano rapidamente. In sostanza il parallelismo delle due curve delle latitudini medie delle macchie e delle protuberanze nella loro escursione di circa 14° è evidente, quantunque esista un intervallo fra esse di circa 20°. E che le latitudini medie delle protuberanze dovessero essere più alte di quelle delle macchie, era d' aspettarsi, sol considerando che questi fenomeni si estendono fino alle regioni polari del sole men-

tre le macchie rarissimamente vanno oltre il 40° grado di latitudine.

Dunque anche per le protuberanze ha luogo la stessa oscillazione in relazione al ciclo dell' attività solare.

Un analogo movimento pare esista anche per le facole solari, ma siccome la gran parte di esse, anzi le più brillanti, accompagnano le macchie, se si tien conto di tali facole come fenomeni distinti è inevitabile che risulti la stessa legge dell' oscillazione delle latitudini medie: se si tien conto soltanto delle facole che appariscono sole non potranno dare nulla di caratteristico, perchè il loro numero diminuisce al crescere di quello delle macchie che lasciano ad esse facole men posto libero.

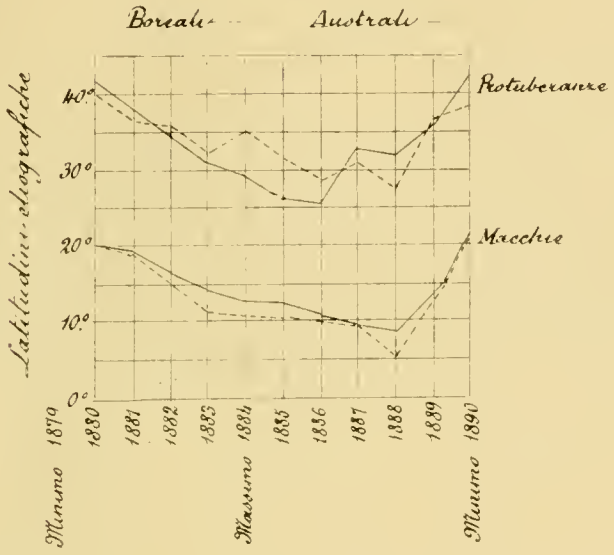
Anche per le eruzioni metalliche di vapori di ferro, magnesio, sodio, ecc. che avvengono sul sole, sarà difficile trovare in modo indipendente la legge dei loro spostamenti in latitudine, perchè esse pure accompagnano ordinariamente la formazione e le più energiche trasformazioni delle macchie; e inoltre questi fenomeni non sono abbastanza frequenti, specialmente nell' epoca di minor attività solare, e quindi non si possono aver delle medie formate da un numero sufficiente di valori.

Ma appunto perchè le facole e le eruzioni metalliche accompagnano le macchie, ne seguono necessariamente le oscillazioni, prendendo parte al grande movimento periodico, che a guisa di marea trasporta l' attività dei fenomeni sui diversi paralleli solari, e ne la ritrae.

Probabilmente ciò devesi ad immense correnti nella massa, od almeno negli strati superiori fluidi del sole. Ma bisogna confessarlo, finora il mistero della fisica solare non è completamente penetrato.

Nel finire sono lieto di poter annunziare che col primo giorno di questo anno ho iniziato la serie Catanese delle osservazioni solari: la purezza di questo bel cielo e la potenza dei nostri strumenti mi fanno sperare che la novella serie non riuscirà inferiore alla Palermitana.

Quantunque l' attuale stagione sia generalmente poco propizia ai lavori astronomici, pure in questo gennaio ho potuto fare il disegno delle macchie solari in 21 giorni e quello delle protuberanze in 14. Presento un saggio dell' una e dell' altra sorta di rilievi, sebbene, ripeto, questa non sia l' epoca dell' anno in cui le osservazioni in discorso riescono meglio.



Memoria V.

Sul moto brachistocrono d' un sistema qualunque di punti materiali

NOTA

DI

GIOVANNI PENNACCHIETTI

§ I.

Sia dato un sistema di n punti materiali. Denotiamo con m_i la massa di uno qualunque di essi e con x_i, y_i, z_i le coordinate di questo punto rispetto a un sistema di assi ortogonali fissi nello spazio. Supporremo che le forze ammettano una funzione potenziale U dipendente dalle sole coordinate, sicchè denotando con X_i, Y_i, Z_i, le componenti secondo gli assi, si abbia:

$$X_i = \frac{\partial U}{\partial x_i}, \qquad Y_i = \frac{\partial U}{\partial y_i}, \qquad Z_i = \frac{\partial U}{\partial z_i}.$$

Supponiamo inoltre che i legami del sistema sieno dati mediante k equazioni:

$$L_{i'}(x_1, y_1, z_1, x_2, \ldots z_n) = 0 \qquad (i' = 1, 2, \ldots k) \tag{1}$$

tra le sole coordinate dei punti mobili. Perciò denotando con T l'energia totale del sistema e con h una costante arbitraria, il problema del moto ammetterà l' integrale:

$$T - U = h. \tag{2}$$

Immaginiamo determinate le coordinate di tutti i punti mobili per mezzo di una di esse x_1, e sia t il tempo che impiega il

sistema nel passaggio tra due configurazioni individuate dai valori x_1^0, x_1^1 di x_1. Si avrà:

$$t = \int_{x_1^0}^{x_1^1} V dx_1, \tag{3}$$

essendo:

$$V = \sqrt{\frac{m_1(1+y_1'^2+z_1'^2)+m_2(x_2'^2+y_2'^2+z_2'^2)+\ldots+m_n(x_n'^2+y_n'^2+z_n'^2)}{2(U+h)}}$$

dove gli accenti indicano derivazioni rispetto ad x_1.

Se si denotano con l_1, l_2, ... l_k quantità da determinarsi, si trova che, affinchè l'integrale (3) sia un minimo, è necessario che si abbia:

$$\left.\begin{aligned} X_j - \frac{d}{dx_1}\frac{\partial V}{\partial x_j} + l_1\frac{\partial L_1}{\partial x_j} + l_2\frac{\partial L_2}{\partial x_j} + \ldots + l_k\frac{\partial L_k}{\partial x_j} &= 0, \\ Y_i - \frac{d}{dx_1}\frac{\partial V}{\partial y_i} + l_1\frac{\partial L_1}{\partial y_i} + l_2\frac{\partial L_2}{\partial y_i} + \ldots + l_k\frac{\partial L_k}{\partial y_i} &= 0, \\ Z_i - \frac{d}{dx_1}\frac{\partial V}{\partial z_i} + l_1\frac{\partial L_1}{\partial z_i} + l_2\frac{\partial L_2}{\partial z_i} + \ldots + l_k\frac{\partial L_k}{\partial z_i} &= 0. \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

$$(j = 2, 3, \ldots n; \quad i = 1, 2, 3, \ldots n)$$

Prendendo t come variabile indipendente, il sistema (3), (4) equivale al seguente:

$$\left.\begin{aligned} m_i\frac{d^2x_i}{dt^2} &= -X_i + \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}m_i\frac{dx_i}{dt} + l_1\frac{\partial L_1}{\partial x_i} + l_2\frac{\partial L_2}{\partial x_i} + \ldots + l_k\frac{\partial L_k}{\partial x_i}, \\ m_i\frac{d^2y_i}{dt^2} &= -Y_i + \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}m_i\frac{dy_i}{dt} + l_1\frac{\partial L_1}{\partial y_i} + l_2\frac{\partial L_2}{\partial y_i} + \ldots + l_k\frac{\partial L_k}{\partial y_i}, \\ m_i\frac{d^2z_i}{dt^2} &= -Z_i + \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}m_i\frac{dz_i}{dt} + l_1\frac{\partial L_1}{\partial z_i} + l_2\frac{\partial L_2}{\partial z_i} + \ldots + l_k\frac{\partial L_k}{\partial z_i}. \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Nel caso in cui le forze esterne sono nulle, cioè in cui si abbia $X_i = 0$, $Y_i = 0$, $Z_i = 0$ ($i = 1, 2, \ldots n$), questo sistema coin-

cide colle ordinarie equazioni del moto d'un sistema soggetto ai vincoli (1) il quale si muova in virtù di velocità iniziali.

Esprimiamo mediante le (1) le coordinate x_i, y_i, z_i in funzione di $3n - k = \mu$ parametri q_1, q_2, ... q_μ tali che le espressioni stesse sostituite nelle (1) invece di x_i, y_i, z_i rendano le (1) identiche.

Se si pone:

$$q'_r = \frac{dq_r}{dt}, \quad (r = 1, 2, \dots \mu)$$

si avrà:

$$T = \frac{1}{2}\left(a_{11} q_1'^2 + a_{22} q_2'^2 + \dots + 2a_{12} q'_1 q'_2 + \dots\right),$$

dove le quantità a_{rs} sono funzioni conosciute delle q_r. Il sistema (5) si trasformerà nel seguente:

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q'_r} - \frac{\partial T}{\partial q_r} = -\frac{\partial U}{\partial q_r} + \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}\frac{\partial T}{\partial q'_r}. \tag{6}$$

Sarebbe facile vedere che le equazioni del moto brachistocrono conservano la forma (6) anche quando, senza che le componenti X_i, Y_i, Z_i delle forze sieno necessariamente le derivate di una stessa funzione delle $3n$ variabili x_i, y_i, z_i, l'espressione $\Sigma(X_i dx_i + Y_i dy_i + Z_i dz_i)$ sia nondimeno il differenziale esatto di una funzione U delle variabili q_r. (*).

Ponendo:

$$\frac{\frac{\partial T}{\partial q'_r}}{T} = p_r, \quad H = T - U,$$

ed esprimendo T per mezzo delle p_r, q_r, il sistema dell'equazioni del moto brachistocrono assume la forma: (**)

$$\left.\begin{aligned} T\frac{dq_r}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial p_r}, \\ T\frac{dp_r}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial q_r}. \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

(*) Cfr. la mia nota *Sul moto brachistocrono*, Rend. Cir. Mat. t. V. 1891.

(**) Rend. Cir. Mat. nota citata.

Di questo sistema i $2\mu - 1$ integrali non contenenti esplicitamente il tempo sono in comune col sistema canonico:

$$\frac{dq_r}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_r}, \quad \frac{dp_r}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_r}.$$

Posto:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \dots & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22}, & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1}, & a_{n2}, & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

si trova:

$$T = -\frac{2A}{\begin{vmatrix} 0, & p_1, & p_2, & \dots & p_n \\ p_1, & a_{11}, & a_{12}, & \dots & a_{1n} \\ p_2, & a_{21}, & a_{22}, & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_n, & a_{n1}, & a_{n2}, & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}}$$

Perciò l'equazione differenziale parziale da cui dipende la determinazione degl'integrali non contenenti esplicitamente il tempo è:

$$\begin{vmatrix} 0, & p_1, & p_2, & \dots & p_n \\ p_1, & a_{11}, & a_{12}, & \dots & a_{1n} \\ p_2, & a_{21}, & a_{22}, & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_n, & a_{n1}, & a_{n2}, & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} (U + h) + 2 \begin{vmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \dots & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22}, & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1}, & a_{n2}, & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = 0,$$

dove:

$$p_r = \frac{\partial S}{\partial q_r}.$$

§ II.

Considereremo ora alcune proprietà del moto brachistocrono d'un sistema rigido.

Sieno ξ, η, ζ le coordinate del baricentro, M la somma delle masse dei singoli punti del sistema. Sieno G_x, G_y, G_z; M_x, M_y, M_z i momenti delle quantità di moto e delle forze attive rispetto agli assi x, y, z. Dal sistema (§ I, 5) si ottiene:

$$\left.\begin{aligned} M\frac{d^2\xi}{dt^2} &= -\Sigma X_i + \frac{M}{T}\frac{dT}{dt}\frac{d\xi}{dt}, \\ M\frac{d^2\eta}{dt^2} &= -\Sigma Y_i + \frac{M}{T}\frac{dT}{dt}\frac{d\eta}{dt}, \\ M\frac{d^2\zeta}{dt^2} &= -\Sigma Z_i + \frac{M}{T}\frac{dT}{dt}\frac{d\zeta}{dt}. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{dG_x}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_x &= -M_x, \\ \frac{dG_y}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_y &= -M_y, \\ \frac{dG_z}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_z &= -M_z. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Pel baricentro conduciamo tre assi x'', y'', z'' paralleli rispettivamente agli assi x, y, z e tre altri assi x', y', z' pure ortogonali, ma fissi nel corpo. Sieno $G_{x''}$, $G_{y''}$, $G_{z''}$; $M_{x''}$, $M_{y''}$, $M_{z''}$, i momenti delle quantità di moto e delle forze attive rispetto agli assi x'', y'', z''. Si avrà:

$$G_{x''} = G_x + \left(\xi\frac{d\eta}{dt} - \eta\frac{d\xi}{dt}\right)M,$$

$$M_{x''} = M_x + \xi\Sigma Y - \eta\Sigma X$$

con formule analoghe rispetto a $G_{y''}$, $G_{z''}$, $M_{y''}$, $M_{z''}$. Dal sistema (2) si deduce:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dG_{x''}}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_{x''} &= -M_{x''}, \\ \frac{dG_{y''}}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_{y''} &= -M_{y''}, \\ \frac{dG_{z''}}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_{z''} &= -M_{z''}. \end{aligned}\right\} (3)$$

Sieno $G_{x'}$, $G_{y'}$, $G_{z'}$ i momenti delle quantità di moto rispetto agli assi x', y', z'. Sieno a, b, c i coseni direttori dell'asse x' rispetto agli assi x, y, z; a', b', c', i coseni direttori dell' asse y', e a'', b'', c'' quelli dell' asse z' rispetto agli stessi assi x, y, z. Si avrà:

$$\left.\begin{aligned} G_{x''} &= aG_{x'} + a'G_{y'} + a''G_{z'}, \\ G_{y''} &= bG_{x'} + b'G_{y'} + b''G_{z'}, \\ G_{z''} &= cG_{x'} + c'G_{y'} + c''G_{z'}. \end{aligned}\right\} (4)$$

Denotiamo con p, q, r le componenti, secondo gli assi x', y', z', della velocità angolare ω intorno all' asse baricentrico di rotazione, quando si immagina decomposto il moto infinitesimo del sistema in una traslazione, caratterizzata dalla velocità del baricentro, e in una rotazione intorno all' asse istantaneo che passa pel baricentro. Si ha:

$$\left.\begin{aligned} p &= a''\frac{da'}{dt} + b''\frac{db'}{dt} + c''\frac{dc'}{dt}, \\ q &= a\frac{da''}{dt} + b\frac{db''}{dt} + c\frac{dc''}{dt}, \\ r &= a'\frac{da}{dt} + b'\frac{db}{dt} + c'\frac{dc}{dt}. \end{aligned}\right\} (5)$$

Dalle equazioni (3), (4), (5) si deduce facilmente:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{dG_{x'}}{dt} + qG_{z'} - rG_{y'} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_{x'} = -M_{x'},\\
&\frac{dG_{y'}}{dt} + rG_{x'} - pG_{z'} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_{y'} = -M_{y'},\\
&\frac{dG_{z'}}{dt} + pG_{y'} - qG_{x'} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_{z'} = -M_{z'}.
\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Poniamo:

$$T_1 = \frac{1}{2}M\left[\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2\right],$$

$$T_2 = \frac{1}{2}(Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 - 2Dqr - 2Erp - 2Fpq),$$

essendo A, B, C, D, E, F i momenti d'inerzia rispetto agli assi x', y', z' e i prodotti d'inerzia rispetto ai piani $y'z'$, $z'x'$, $x'y'$. Saranno T_1, T_2 l'energia esterna e l'energia interna del sistema, e si avrà:

$$T = T_1 + T_2.$$

Si ha inoltre, com'è noto:

$$G_{x'} = \frac{\partial T}{\partial p},\ G_{y'} = \frac{\partial T}{\partial q},\ G_{z'} = \frac{\partial T}{\partial r}.$$

Supponendo, per maggiore semplicità, che gli assi x', y', z' sieno gli assi principali, si ha $D = 0$, $E = 0$, $F = 0$, e il sistema (6) diviene:

$$\left.\begin{aligned}
&A\frac{dp}{dt} - (B-C)qr - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}Ap = -M_{x'},\\
&B\frac{dq}{dt} - (C-A)rp - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}Bq = -M_{y'},\\
&C\frac{dr}{dt} - (A-B)pq - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}Cr = -M_{z'}.
\end{aligned}\right\} \quad (7)$$

§ III.

Se il momento delle forze attive è nullo rispetto ad un asse O_x, e se si denota con g_1 una costante arbitraria e con $A_x^{(i)}$ l'area descritta dalla proiezione, sul piano yz, del raggio vettore condotto dall'origine O al punto mobile m_i, si ha:

$$\frac{dG_x}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_x = 0\,,$$

$$G_x = Tg_1\,,$$

$$\Sigma m_i\, dA_x^{(i)} = \frac{1}{2}\, g_1\, Tdt\,.$$

Se il momento delle forze attive rispetto all'origine è nullo, e denotiamo con g_2, g_3 due nuove costanti e con $A_y^{(i)}$, $A_z^{(i)}$ le aree descritte dalle proiezioni, sui piani zx, xy, del raggio vettore condotto dall'origine O al punto mobile m_i, si ottiene:

$$\frac{dG_x}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_x = 0\,,\quad \frac{dG_y}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_y = 0\,,\quad \frac{dG_z}{dt} - \frac{1}{T}\frac{dT}{dt}G_z = 0,$$

$$G_x = Tg_1\,,\qquad G_y = Tg_2\,,\qquad G_z = Tg_3\,, \tag{1}$$

$$\Sigma m_i\, dA_x^{(i)} = \frac{1}{2}\, g_1\, Tdt,\quad \Sigma m_i\, dA_y^{(i)} = \frac{1}{2}\, g_2\, Tdt,\quad \Sigma m_i\, dA_z^{(i)} = \frac{1}{2}\, g_3\, Tdt,$$

$$G = \sqrt{g_1^2 + g_2^2 + g_3^2}\;\; T. \tag{2}$$

Sieno α, β, γ i coseni direttori d'un nuovo asse O_n condotto per O, e indichiamo con $A_n^{(i)}$ l'area descritta dalla proiezione, sul piano perpendicolare ad O_n, del raggio vettore tirato dall'origine al punto mobile. Sia θ l'angolo che O_n forma col momento geo-

metrico G delle quantità di moto rispetto all' origine. Sia G_n il momento delle quantità di moto rispetto ad O_n. Si avrà:

$$\Sigma m dA_n = \frac{1}{2} (g_1 \cos\alpha + g_2 \cos\beta + g_3 \cos\gamma) T dt$$

$$= \frac{1}{2} (G_x \cos\alpha + G_y \cos\beta + G_z \cos\gamma) dt = \frac{1}{2} G_n dt$$

$$= \frac{1}{2} G \cos\theta dt = \frac{1}{2} \sqrt{g_1^2 + g_2^2 + g_3^2} \cos\theta \, T dt,$$

$$\left[\Sigma m dA_n\right]_{t=t_1} - \left[\Sigma m dA_n\right]_{t=t_0} = \frac{1}{2} \sqrt{g_1^2 + g_2^2 + g_3^2} \cos\theta \int_{t_0}^{t_1} T dt. \quad (3)$$

Dalle equazioni (1), (2), (3) si trae quanto segue. *Durante il moto brachistocrono d' un sistema invariabile nel quale il momento delle forze attive rispetto a un dato punto è nullo, il momento geometrico delle quantità di moto ha costante direzione, e in grandezza è proporzionale all' energia cinetica. Il piano perpendicolare al momento geometrico delle quantità di moto ossia il piano della coppia risultante delle quantità di moto è quello per cui la somma delle proiezioni delle aree, descritte in un dato intervallo di tempo dai raggi vettori e moltiplicate per le masse dei punti mobili rispettivi, ha massimo valore.*

Nel caso d' un solo punto si ha:

$$y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} = g_1 T, \quad z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} = g_2 T, \quad x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} = g_3 T,$$

da cui si deduce che la traiettoria è piana.

Prendendo il piano della brachistocrona per piano yz, indicando con v la velocità, con p la perpendicolare tirata dall'origine sulla tangente condotta pel punto mobile alla traiettoria stessa, e con A l' area descritta dal raggio vettore, si ha:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} g_1 T = \frac{1}{2} vp, \qquad v = \frac{1}{g_1 m} p;$$

cioè: *Nel moto brachistocrono d' un punto materiale soggetto all' azione d' una forza data la cui linea d' azione passi per un punto fisso, la velocità è proporzionale alla perpendicolare tirata dal punto fisso sulla direzione della velocità.*

§ IV.

Consideriamo in ultimo il moto brachistocrono d' un sistema rigido sotto l' azione di forze le quali si riducano ad un' unica ri-risultante baricentrica. Essendo ora $M_{x'}=0$, $M_{y'}=0$, $M_{z'}=0$, le (§ 1, 7) divengono:

$$A\frac{dp}{dt}-(B-C)qr-\frac{1}{T}\frac{dT}{dt}Ap=0\,,$$

$$B\frac{dq}{dt}-(C-A)rp-\frac{1}{T}\frac{dT}{dt}Bq=0\,,$$

$$C\frac{dr}{dt}-(A-B)pq-\frac{1}{T}\frac{dT}{dt}Cr=0\,.$$

Moltiplicando queste equazioni rispettivamente per pdt, qdt, rdt e sommando, si ottiene:

$$2T_2dT=TdT_2\,,$$

da cui integrando e denotando con c la costante d' integrazione:

$$T=c\sqrt{T_2}\,, \tag{1}$$

ossia:

$$dT_1+dT=2\frac{T_1}{T}dT\,.$$

Le (§ II, 1) offrono:

$$dT_1=-\Sigma X_i d\xi-\Sigma Y_i d\eta-\Sigma Z_i d\zeta+2\frac{T_1}{T}dT\,,$$

dalla quale e dalla precedente segue:

$$dT = \sum X_i \, d\xi + \sum Y_i \, d\eta + \sum Z_i \, d\zeta .$$

Sia G il momento geometrico delle quantità di moto rispetto al baricentro. Si avrà, per quanto si è detto al § precedente, denotando con c' una costante arbitraria:

$$G = c' T , \tag{2}$$

e inoltre G sarà costante in direzione.

Immaginiamo l'ellissoide centrale ossia l' ellissoide d' inerzia o di *Poinsot* relativo al baricentro. Sia l il semidiametro intorno a cui avviene la rotazione istantanea, e consideriamo il piano tangente all'ellissoide e passante per l'estremità del semidiametro stesso. Questo piano, per le note proprietà dei sistemi rigidi, è perpendicolare al momento geometrico G, il quale, come si è osservato, ha direzione costante. Perciò questo piano non può muoversi che parallelamente a sè stesso. Sia d la lunghezza della perpendicolare tirata dal centro dell' ellissoide sul piano tangente considerato, α l'angolo delle rette l, G; sia k_0 il raggio d'inerzia, sicchè $k_0 = \frac{h_0}{l}$, essendo h_0 una costante. Inoltre, se si prende h_0 definita dalla relazione $mh_0^4 = 1$, si ha, secondo le note proprietà dei sistemi rigidi:

$$G = \frac{1}{d} \sqrt{2T_2} , \tag{3}$$

$$\omega = L \sqrt{2T_2} ,$$

$$G \cos \alpha = M k_0^2 \omega .$$

Dalle (1), (2), (3) si deduce che d è costante. Da tutto ciò che precede risultano i teoremi seguenti: *Nel moto brachistocrono d' un sistema rigido soggetto all' azione di forze le quali si riducano ad un' unica risultante baricentrica, l' energia cinetica totale è propor-*

zionale alla radice quadrata dell' energia cinetica interna; il momento geometrico delle quantità di moto è proporzionale all' energia cinetica totale, ed ha costante direzione. L'ellissoide centrale di Poinsot *rotola sopra un piano. Questo piano è dotato del solo movimento di traslazione, essendo la velocità di ciascuno suo punto eguale, in grandezza, direzione e senso, alla velocità del baricentro. L'asse baricentrico istantaneo di rotazione è il semidiametro condotto pel punto di contatto dell'ellissoide con questo piano. La velocità angolare della rotazione istantanea varia in ragione composta del semidiametro intorno a cui essa ha luogo, e dell' energia cinetica del sistema. La componente, secondo l' asse istantaneo, del momento delle quantità di moto rispetto al baricentro è proporzionale all' energia cinetica. Se il sistema in un istante dato ruota intorno uno de' suoi assi principali, continuerà sempre a ruotare intorno a quest' asse con velocità proporzionale all'energia cinetica totale del sistema.*

Catania, Aprile 1892.

Memoria VI.

Formula empirica pel calore solare.

dei Proff. A. BARTOLI ed E. STRACCIATI.

In una memoria precedente, nella quale discutemmo le numerose serie di determinazioni da noi eseguite in Italia dal 1885 in poi, con metodi calorimetrici i più rigorosi, giungemmo alle seguenti conclusioni (1).

" Riunendo le diverse osservazioni di una mattina (o di una " sera) in tanti gruppi, in ciascheduno dei quali la massa atmo- " sferica ε varî poco, per ciascheduno di questi gruppi vale la " formula adoperata dal Pouillet.

$$Q = Ap^{\varepsilon}$$

" Le due costanti A e p variano da gruppo a gruppo, cioè " p cresce col crescere di ε, mentre A diminuisce, (resultato iden- " tico a quello trovato a Padova dal compianto Prof. Rossetti).

" Tutte le nostre osservazioni provano inoltre, che in una " data stazione, nelle diverse epoche dell' anno, le costanti A e p " (corrispondenti ad uno stesso determinato valore di ε) crescono " col diminuire della *tensione* del vapore acqueo nell' atmosfera: " lo stesso avviene per quantità AD^2, dove D indica la lunghez- " za del raggio vettore che dal sole va alla terra „ " Invece, lo sta-

(1) *A. Bartoli* ed *E. Stracciati*. Misure del calore solare eseguite in Italia dal 1885 in poi: *Nuovo Cimento*, serie 3ª vol. XXIX, pag. 63 (Pisa 1891) *Bullettino dell' Accademia Gioenia* in Catania, Fascicolo VII, Maggio 1889; *Bullettino mensuale dell'associazione meteorologica italiana*, serie 2ª, vol. XI, pag. 129. Torino 1891.

" to igrometrico dell' aria non ha sensibile influenza sui valori di
" AD^2 e di p: risultato che conferma quelli trovati dal Violle. „

" Infine dalle nostre misure risulta, contrariamente a quanto
" aveva trovato il Frölich, non esservi dipendenza fra il valore di
" A od anche di AD^2 ed il numero e la estensione relativa delle
" macchie solari. „

" Dunque la costante A dipende principalmente dal valore
" di ε e da quello della tensione f del vapore acqueo: Da un nu-
" mero grandissimo di medie ricavata una formula empirica.

$$AD^2 = \varphi(\varepsilon, f)$$

" ponendo in questa $f = 0$ e poi $\varepsilon = 0$, si otterrà per AD^2 un
" valore A_0 che esprimerà il valore approssimato della costante
" solare. „

Seguitando ora noi, in queste misure eliotermiche, e nei calcoli e nella discussione dei resultati, ci siamo convinti che difficilmente si può rappresentare l' andamento del fenomeno con una formula semplice, *che abbracci tutte le misure* fatte nella prima o nella seconda metà del giorno.

Il Rossetti, che pubblicò nel 1877 un importante studio *sulla temperatura del sole*, tentò invano delle formule empiriche della forma

$$q = a\, b^{\frac{\varepsilon}{\gamma + \varepsilon}}$$

$$q = \alpha + m\beta^{\varepsilon} + n\gamma^{\varepsilon}$$

dove a, b, m, n, α, β, γ, sono costanti da determinarsi.

Quando ci si contenti di rappresentare q in funzione di ε, per valori di ε non grandi (come per altezze del sole superiori ai quindici gradi) si possono trovare moltissime formule empiriche che rappresentano quasi egualmente bene l' andamento del fenomeno.

Così per es. il Radau, (1) nel suo pregevole lavoro sull'Actinometria, prova che una serie di determinazioni, può essere ugualmente bene interpetrata con le seguenti diverse formule:

I $$Q = 1{,}8 \left(\frac{5}{6}\right)^{\varepsilon}$$

II $$Q = 0{,}3 + 1{,}6 \left(\frac{3}{4}\right)^{\varepsilon}$$

III $$Q = 0{,}5 + 1{,}5 \left(\frac{2}{3}\right)^{\varepsilon}$$

IV $$Q = \frac{10}{9} \left(\frac{9}{10}\right)^{\varepsilon} + \left(\frac{1}{2}\right)^{\varepsilon}$$

V $$Q = \frac{2{,}1}{1 + 0{,}412^{\varepsilon}}$$

VI $$Q = 0{,}5 + \frac{0{,}827}{\varepsilon} + \frac{1{,}852}{\varepsilon^2} - \frac{1{,}679}{\varepsilon^3}$$

---

(1) Si veda la pregevolissima monografia di R. Radau. *Actinometrie*, Parigi. Gauthier-Villars, 1877.

D'altra parte è noto, che quando ci si contenti di una determinata approssimazione, è facile trovare formule empiriche diverse, che rappresentino abbastanza bene l'andamento di un fenomeno.

Così per esempio le espressioni:

$$\text{cosec. } a,$$

e l'altra

$$-80 \text{ sen } a + \sqrt{161 + 6400 \text{ sen}^2 a}$$

e così pure la serie di Bouguer dànno, per a compresa fra 30° e 90°, dei valori che differiscono fra loro meno del 2 per cento.

Vedansi a questo proposito, *Radau*, opera citata, e le sue pregevoli pubblicazioni, inserite nel *Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques, Paris Gauthier-Villars*, e così pure l'importante lavoro di G. V. Schiaparelli, *Sul modo di ricavare la vera espressione delle leggi della natura dalle curve empiriche;* Milano, stamperia reale; 1867: ed A. Bartoli, *Sulla coesistenza di formule empiriche diverse, ed in ispecie su quelle che contengono la costante capillare dei liquidi e la coesione dei solidi.* Nuovo Cimento 1884: Gazzetta chimica di Palermo 1884; e Rendiconti dell'Acc. dei Lincei, seduta del 15 Giugno 1884.

Un' altra serie, viene dal Radau rappresentata con le tre formule diverse :

$$Q = 0{,}488 + 1{,}7 \left(\frac{2}{3}\right)^{\varepsilon}$$

$$Q = 1{,}653\ (0{,}847)^{\varepsilon}$$

$$Q = \frac{5}{2 + \varepsilon}$$

Le formule proposte ed adoperate dai fisici che si sono occupati di questi studî sono le più diverse : così il Pouillet adoperò la formula :

$$Q = Ap^{\varepsilon}$$

ed il Forbes, l' altra :

$$Q = a + b\ \alpha^{\varepsilon}$$

Il Crova, ha adoperato invece la seguente

$$Q = \frac{A}{(1 + a\varepsilon)^{b}}$$

Fra tante diverse formule empiriche le quali possono con uguale precisione rappresentare entro certi limiti l' andamento di un fenomeno, le più utili sono quelle nelle quali *le costanti ammettono una interpretazione fisica :* e nel caso nostro questa condizione è pienamente soddisfatta dalle formule a esponenziali , come quella di Lambert-Pouillet :

$$Q = Ap^{\varepsilon}$$

o dall' altra (1).

$$Q = A_1 p_1^{\varepsilon} + A_2 p_2^{\varepsilon} + \ldots + A_n p_n^{\varepsilon}$$

Ma però una formula *semplicissima* che rappresenti discretamente qualunque serie completa, per qualunque valore di ε, ha certamente un qualche interesse, anche se la formula è puramente empirica, e se le costanti che vi entrano non possono ricevere una interpetrazione fisica semplice.

---

(1) Vedansi:

LAMBERT, *Photometria, sive de mensura et gradibus luminis, colorum, et umbrae: August. Vindelicorum, 1776.*

DE SAUSSURE, *Voyage dans les Alpes*, Tom. II. pag. 294, 315 e 497-499.

BOUGUER, *Voyages au Perou;* pag. 51.

BOUGUER, *De diversis luminis gradibus dimetiendis* Viennae, 1762.

LAPLACE, *Mécan. céleste*, tomo IV, libro 10°.—Cap. I e II: Des réfractions astronomiques et des réfractions terrestres.

POUILLET, *Comptes Rendus.* VII pag. 24; Herschell *Comptes Rendus*, Tomo 3° pag. 50; Forbes, *Phylos. Transactions* 1842, Part. II, pag. 225; Althans, *Pogg. Ann.* t. 90 pag. 544: Quetelet, *Météorologie de la Belgique*, Bruxelles 1847, pag. 43: Waterston, *Phylos. Magazine (Fourth series)* Vol. 19, pag. 338.

DE GASPARIN, *Comptes Rendus,* T. 26, pag. 974. Kaemtz, Lehrbuch der Meteorol. Bd. III. s. 14.

SORET. *Bibl. Univ. de Génève (passim) : Comptes Rendus du congres de Bordeau; seance du 6 septembre 1872.*

DESAINS. *Comptes Rendus* t. 69, pag. 1133; t. 78 pag. 145; t. 80 pag. 1420.

SECCHI. *Le soleil*, II Partie. Livre VI pag. 227 a 282; *Comptes Rendus*, t. 73, pag. 1301, t. 74, pag. 301.

DUFOUR, *Bibl. Univ. de Génève*, 1873, t. 48, pag. 129.

ROSSETTI, *Nuovo Cimento*. terza serie, t. 3° pag. 238 a 256.

CROVA. *Annales de Ch. et de Phys.* 5 serie t. 11° pag. 433, t. 19° pag. 1; *Association française pour l'avancement des sciences.* Congres de Montpellier, et *Comptes Rendus, passim.*

VIOLLE, *Rapport sur la question 19 du programme pour le congres météorologique de Rome.* Utrecht, Kervink et fils; *Annales de Chimie et de Physique* 5 s. t. 10 pag. 289, 1879. *Journal de Physique* t. V. pag. 169.

LANGLEY, *Researches on solar heat and its absorption by the earth's atmosphere; a report of the Mount Whitney expedition*: Washington 1884; ed *American Journal of science and arts: passim.*

FRÖLICH, *Annalen der Physik und Chemie* 1884 Bd. XXI, 1887, Bd. XXX.

RADAU, *Actinometrie*, Paris Gauthier Villars 1877.

Tale è la seguente

$$Q\varepsilon^n = C \tag{1}$$

dove n e C sono due costanti, di cui la prima n ha valori compresi

fra 0, 25 e 0, 70

ed ε è la massa atmosferica, calcolata con la formula di *Laplace* oppure con la serie di *Bouguer*.

Questa formola (1) si applica per le giornate ben serene a una intiera serie di esperienze, qualunque sia il valore di ε, cioè anche col sole bassissimo; e questo è il pregio principale della formula: non è però maraviglia se nelle giornate in cui la serenità del cielo è variabile, la formula dia risultati meno approssimati.

Seguono senz' altro le tavole che provano l' applicabilità della nostra formula.

In queste tavole t rappresenta il riscaldamento corretto della cassetta pireliometrica, il quale è in ciascuna serie proporzionale alla quantità di calore Q raggiata normalmente dal sole, sull'unità di superficie nera, nell' unità di tempo.

I valori di ε sono calcolati con la formula di Laplace, la quale dà per ε dei valori quasi uguali a quelli calcolati con la serie di Bouguer.

TAVOLA I.

Etna — *(Antica casa degli inglesi) Altitudine 2942 metri.*

Prof. Bartoli: *La mattina del 30 agosto 1890.* $n = \frac{1}{3}$

Altezza	ε	log t	log C
3° 40	12, 979	9, 197	9, 568
5° 50'	9, 005	9, 249	9, 567
8° 0'	6, 830	9, 291	9, 569
10° 5'	5, 526	9, 323	9, 570
12° 20'	4, 576	9, 356	9, 576
14° 10'	4, 019	9, 376	9, 577
25° 35'	2, 303	9, 456	9, 577
29° 0'	2, 053	9, 474	9, 578
33° 20'	1, 813	9, 489	9, 575
37° 15'	1, 646	9, 506	9, 579
43° 15'	1, 456	9, 518	9, 572
48° 55'	1, 326	9, 528	9, 570
58° 5'	1, 178	9, 540	9, 567

TAVOLA II.

Etna — (*antica casa degli inglesi*) *Altitudine 2942 metri.*

Prof. Bartoli: *La mattina del 2 agosto 1890.* $n = \frac{1}{3}$

Altezza	ε	log t	log C
6° 30′	8, 207	9, 270	9, 565
8° 35′	6, 408	9, 297	9, 566
10° 45′	5, 207	9, 320	9, 558
13° 0′	4, 356	9, 341	9, 554
15° 40′	3, 654	9, 368	9, 555
17° 50′	3, 230	9, 391	9, 561
20° 20′	2, 853	9, 408	9, 560
22° 55′	2, 551	9, 432	9, 568
25° 40′	2, 297	9, 442	9, 562
28° 40′	2, 074	9, 457	9, 563
35° 25′	1, 721	9, 478	9, 556
39° 20′	1, 573	9, 493	9, 559
47° 40′	1, 351	9, 512	9, 556
61° 50′	1, 134	9, 531	9, 549

TAVOLA III.

Casa del bosco (Etna) Altitudine 1440 metri

Prof. Bartoli: *La mattina del 24 novembre 1888.* $n = \frac{1}{4}$

Altezza	ε	log t	log C
8° 0′	6, 830	9, 399	9, 607
10° 50′	5, 169	9, 419	9, 599
13° 10′	4, 304	9, 449	9, 607
15° 40′	3, 654	9, 458	9, 598
18° 15′	3, 164	9, 472	9, 597
20° 40′	2, 809	9, 480	9, 592
23° 25′	2, 501	9, 500	9, 599
27° 25′	2, 162	9, 514	9, 598

TAVOLA IV.

Casa del bosco (Etna) Altitudine 1440 metri.

Prof. Bartoli: *La mattina del 26 novembre 1889.* $n = \frac{1}{3}$

Altezza	ε	log *t*	log *C*
9° 7′	6, 066	9, 365	9, 626
11° 10′	5, 025	9. 387	9, 620
13° 2′	4, 366	9, 412	9, 625
15° 0′	3, 805	9, 435	9, 628
17° 0′	3, 379	9, 452	9, 628
19° 12′	3, 026	9, 464	9, 624
22° 52′	2, 564	9, 493	9, 629
25° 48′	2, 285	9, 505	9, 624
30° 50′	1, 944	9, 524	9, 620

TAVOLA V.

Casa del bosco (Etna) Altitudine 1440 metri

Prof. Bartoli: *La sera del 23 luglio 1888.* $n = \frac{2}{5}$

Altezza	ε	log *t*	log *C*
55° 45′	1, 210	9, 494	9, 527
45° 50′	1, 392	9, 469	9, 526
39° 0′	1, 585	9, 449	9, 530
32° 50′	1, 838	9, 424	9, 530
27° 40′	2, 144	9, 400	9, 532
22° 40′	2, 577	9, 362	9, 527
18° 40′	3, 096	9, 359	9, 523
14° 50′	3, 847	9, 289	9, 523
10° 45′	5, 206	9, 244	9, 531

TAVOLA VI.

Casa del bosco (Etna), altitudine 1440 metri

Prof. Bartoli: *La sera del 18 luglio 1888.* $n = \frac{1}{2}$

Altezza	ε	log t	log C
59° 15′	1, 164	9, 507	9, 540
45° 30′	1, 399	9, 468	9, 541
35° 30′	1, 717	9, 430	9, 547
29° 30′	2, 022	9, 395	9, 548
24° 30′	2, 397	9, 362	9, 552
20° 50′	2, 789	9, 329	9, 552
16° 30′	3, 484	9, 288	9, 559
12° 50′	4, 409	9, 234	9, 556
9° 50′	5, 655	9, 177	9, 553
5° 50′	9, 005	9, 068	9, 545

TAVOLA VII.

Catania, Villa Zuccaro, altitudine 80 metri.

Prof. Stracciati: *La mattina del 28 gennajo 1890.* $n = \frac{1}{3}$

Altezza	ε	log t	log C
10° 55′	5, 132	9, 245	9, 483
13° 10′	4, 304	9, 272	9, 484
15° 20′	3, 729	9, 300	9, 490
17° 20′	3, 317	9, 316	9, 490
19° 10′	3, 020	9, 325	9, 485
21° 10′	2, 747	9, 341	9, 488
23° 15′	2, 517	9, 349	9, 483
25° 30′	2, 310	9, 362	9, 483
27° 30′	2, 156	9, 372	9, 484

TAVOLA VIII.

Catania, Villa Zuccaro, altitudine 80 metri

Prof. Stracciati: *La sera del 10 luglio 1889.* $n = \frac{3}{5}$

Altezza	ε	log *t*	log *C*
73° 20′	1, 044	9, 344	9, 354
65° 40′	1, 098	9, 325	9, 350
59° 25′	1, 162	9, 309	9, 348
52° 5′	1, 267	9, 284	9, 345
41° 0′	1, 521	9, 236	9, 345
36° 30′	1, 675	9, 221	9, 354
32° 50′	1, 838	9, 196	9, 355
29° 0′	2, 053	9, 164	9, 351
25° 40′	2, 297	9, 128	9, 345
21° 45′	2, 679	9, 092	9. 349
20° 20′	2, 853	9, 079	9, 352
17° 50′	3, 230	9, 047	9, 352
15° 20′	3, 729	9, 004	9, 347
8° 0′	6, 830	8, 850	9, 350

TAVOLA IX.

Firenze, sommità di Pian grande, (comune di Calenzano) altitudine 515 metri

Prof. Stracciati: *La mattina del 2 ottobre 1886.* $n = 0.310$

Altezza	ε	log *t*	log *C*
6° 0′	8, 792	9, 029	9, 322
16° 50′	3, 413	9, 160	9, 325
20° 10′	2, 875	9, 183	9, 325
23° 25′	2, 501	9, 199	9, 323
26° 28′	2, 232	9, 219	9, 327
29° 20′	2, 032	9, 234	9, 329
36° 50′	1, 662	9, 2620	9, 328
42° 55′	1, 466	9, 272	9, 324

TAVOLA X.

Firenze, sommità di Pian grande, altitudine 515 metri

Prof. Bartoli: *La mattina del 15 ottobre 1886.* $n = 0{,}344$

Altezza	ε	log t	log C
10° 5′	5, 527	9, 156	9, 411
13° 20′	4, 253	9, 197	9, 413
17° 12′	3, 345	9, 232	9, 413
20° 17′	2, 859	9, 261	9, 418
23° 0′	2, 543	9, 279	9, 418
28° 40′	2, 074	9, 310	9, 419
33° 40′	1, 797	9, 324	9, 412
36° 47′	1, 664	9, 336	9, 412

TAVOLA XI.

Firenze, sommità di Pian grande, altitudine 515 metri

Prof. Bartoli: *La mattina del 20 novembre 1886.* $n = 0{,}500$

Altezza	ε	log t	log C
5° 40′	9, 228	9, 043	9, 526
10° 0′	5, 568	9, 159	9, 532
14° 0	4, 062	9, 230	9, 533
17° 0′	3, 379	9, 262	9, 526
19° 35′	2, 956	9, 288	9, 524
21° 20′	2, 726	9, 302	9, 520
22° 55′	2, 550	9, 322	9, 525
24° 30′	2, 397	9, 340	9, 530

TAVOLA XII.

Arezzo, (orto del poggio) altitudine 300 metri (circa)

Prof. Stracciati: *La mattina del 31 agosto 1889.* $n = 0{,}383$

Altezza	ε	log t	log C
19° 43′	2, 935	9, 976	0, 155
22° 27′	2, 601	0, 001	0, 159
26° 8′	2, 258	0, 025	0, 160
29° 34′	2, 018	0, 043	0, 160
33° 5′	1, 826	0, 058	0, 158
36° 23′	1, 681	0, 073	0, 159
39° 34′	1, 566	0, 084	0, 160
44° 26′	1, 425	0, 100	0, 159
48° 58′	1, 324	0, 109	0, 156

TAVOLA XIII.

Arezzo, orto del poggio, altitudine 300 metri

Prof. Stracciati: *La mattina del 14 settembre 1886.* $n = 0{,}550$

Altezza	ε	log t	log C
11° 0′	5, 095	9, 036	9, 425
17° 59′	3, 203	9, 143	9, 422
20° 41′	2, 807	9, 184	9, 431
24° 59′	2, 354	9, 228	9, 432
29° 49′	2, 003	9, 263	9, 429
36° 4′	1, 694	9, 301	9, 427
42° 9′	1, 486	9, 338	9, 433
49° 51′	1, 307	9, 362	9, 423

TAVOLA XIV.

Parigi, determinazioni del Pouillet; 11 maggio 1838. $n = 0,462$

Altezza	ε	log t	log C
59° 0′	1, 164	0, 0659	0, 738
56° 40′	1, 193	0, 0766	0, 739
50° 40′	1, 288	0, 1099	0, 737
42° 20′	1, 473	0, 1682	0, 749
32° 57′	1, 812	0, 2582	0, 742
23° 7′	2, 465	0, 3918	0, 743
13° 20′	3, 943	0, 5958	0, 707 (*)

TAVOLA XV.

Determinazioni del Prof. Rossetti, Padova il 29 settembre 1877. $n = 0,400$

Altezza	ε	log t	log C
45° 20′	1, 40	2, 3155	2, 374
41° 40′	1, 50	2, 3073	2, 378
29° 50′	2, 00	2, 2667	2, 387
23° 25′	2, 50	2, 2279	2, 387
22° 25′	2, 60	2, 2204	2, 386
19° 15′	3, 00	2, 2047	2, 395
18° 0′	3, 20	2, 1847	2, 387
16° 20′	3, 50	2, 1629	2, 380
14° 15′	4, 00	2, 1399	2, 381
12° 35′	4, 50	2, 1229	2, 384
11° 35′	4, 84	2, 1139	2, 388
11° 15′	5, 00	2, 1075	2, 387
10° 5′	5, 50	2, 0899	2, 386
8° 10′	6, 69	2, 0374	2, 368

(*) Il valore di ε accettato dal Pouillet, è calcolato con la formula di Lambert; con la formula di Laplace, quest' ultimo valore di ε diviene 4,253 in luogo di 3,943: e il valore di C diviene 0,7218.

Da queste tavole si deduce che la formula

(1) $$Q\varepsilon^n = \text{Costante}$$

è assai bene verificata, e vale così per piccolissime altezze come per altezze rilevanti: Le piccole oscillazioni nel valore di C in ciascheduna serie potrebbero attribuirsi in parte anche alla impossibilità che le condizioni atmosferiche, e segnatamente la serenità del cielo, la tensione del vapore acqueo, si mantengano costanti per una mezza giornata.

Nessun' altra formula empirica semplice si presta come questa per un intervallo di altezze fra 3° e 70°:

Se la confrontiamo con la formula razionale

$$Q = Ap^{\varepsilon}$$

riguardando A costante e p variabile collo spessore ε, si deduce:

$$\log.\ p = \frac{\log.\ p_1 - n\ \log.\ \varepsilon}{\varepsilon}$$

(avendo indicato con p_1 il coefficiente atmosferico corrispondente allo spessore $\varepsilon = 1$).

Supponendo $p_1 = 0{,}7940$ (che è un valore medio) si ottengono da questa ultima formula i seguenti valori per p

$\varepsilon = 1{,}5$	$p = 0{,}749$
$\varepsilon = 2$	$p = 0{,}749$
$\varepsilon = 3$	$p = 0{,}771$
$\varepsilon = 4$	$p = 0{,}794$
$\varepsilon = 5$	$p = 0{,}813$
$\varepsilon = 6$	$p = 0{,}829$
$\varepsilon = 10$	$p = 0{,}871$

cioè che *il coefficiente atmosferico cresce col crescere dello spessore dell' atmosfera traversata dai raggi solari*, resultato già trovato dal compianto Prof. F. Rossetti e da noi confermato nella memoria sopra citata. (1)

(1) *Bartoli e Stracciati*, Misure del calore solare eseguite in Italia dal 1885 in poi; *Bullettino mensile dell' Accademia Gioenia di Catania*, Fascicolo VII, Maggio 1889; *Nuovo Cimento*, serie III vol. 29 pag. 63. Pisa 1891; *Bullettino mensuale dell'associazione meteorologica italiana*, serie 2ª, vol. XI pag. 129, Torino 1891.

La formola (1) può mettersi anche sotto la forma

$$Q \operatorname{cosec}^n a = \text{Costante}$$

oppure sotto l' altra

$$(2) \qquad Q \sec^n z = \text{Costante}$$

(avendo indicata con a e con z, l' altezza e la distanza zenitale del sole).

Infatti per valori di $a > 4^\circ$ e di $z < 86^\circ$ si ha prossimamente

$$\operatorname{cosec} a = \varepsilon$$

come risulta dalla tavola seguente.

TAVOLA XVI.

z distanza zenitale	$\sec z$	ε Laplace
90°	1, 000	1, 000
80°	1, 015	1, 015
75°	1, 035	1, 035
70°	1, 064	1, 064
65°	1, 103	1, 103
60°	1, 155	1, 155
55°	1, 221	1, 221
50°	1, 305	1, 305
45°	1, 414	1, 413
40°	1, 556	1, 555
35°	1, 743	1, 740
30°	2, 000	1, 995
25°	2, 366	2, 352
20°	2, 924	2, 900
15°	3, 864	3, 805
10°	5, 759	5, 70
8°	7, 18	6, 85
6°	9, 57	8, 79
4°	14, 33	12 ,20

La formula (2) può anche scriversi:

$$\frac{Q}{\cos^n z} = C$$

valevole per tutti i valori di z inferiori ad 86°.

La quantità y di calore che riceve dal sole un decimetro quadro di una superficie nera orizzontale, in un minuto primo, quando la distanza zenitale del sole è z, è espressa da $y = Q \cos z$

sarà dunque, (2) $\qquad y = v = C \cos^{n+1} z$

ricordando inoltre che

$$\cos z = \operatorname{sen} v \operatorname{sen} d + \cos v \cos d \cos \omega$$

dove v è la latitudine del luogo;

d la declinazione del sole a mezzogiorno vero nel giorno dell' esperienza;

ω l' angolo orario del sole, corrispondente all' ora dell' esperienza, si potrà calcolare approssimativamente per un dato luogo della terra, e per un data epoca dell' anno, la quantità di calore che il sole raggia sopra una superficie piana orizzontale di un decimetro quadro, in una intiera giornata, perfettamente serena, in cui l' esponente n rimanga sensibilmente costante, quando siano noti i valori di C e di n. (1).

Istituto Fisico dell' Università di Catania, 3 Aprile 1892.

(1) La formula (2) dà per y dei valori troppo piccoli quando $z > 86°$; ma d' altra parte il calore versato dal sole sopra una superficie orizzontale, quando il sole si eleva sull' orizzonte fino a 4°, è piccolissimo e trascurabile di fronte a quello che esso versa nel rimanente della giornata.

Il calore specifico dell'acqua.

Memoria dei Proff. A. BARTOLI ed E. STRACCIATI.

Ogni misura calorimetrica in cui l'acqua che riempie il calorimetro non prova un riscaldamento da 0° ad 1°, richiede una correzione, per far la quale, è necessario conoscere esattamente la legge con cui varia il calore specifico dell'acqua: e su questa legge appunto regna la più grande incertezza, visto il grande disaccordo fra i risultati dei diversi sperimentatori. Di tale incertezza risentono tutte le misure calorimetriche; e se ciò è di poco danno nelle misure nelle quali non si può richiedere per ora molto rigore (come per es. in quelle di termochimica) è invece causa di grandi errori in altre misure, come per es. nella determinazione dello equivalente meccanico del calore e in quella del calore svolto dalle correnti nei circuiti metallici.

Il calore specifico dell'acqua a diverse temperature è stato studiato dal Regnault (1), dal Bosscha (2). dal Pfaundler e Platter (3), dall'Hirn (4), dal Jamin (5), dall'Henrichsen (6), dal Baumgartner (7), dal Vüllner (8), dalla sig.ª Stamo (9), dal sig.

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* vol. 73 pag. 5, 1847. — *Mémoires de l'Académie Royale des sciences, de l'Institut de France.* T. XXI, pag. 729-749, Parigi 1847; *Comptes Rendus* T. LXX, pag. 664. Parigi 1870.

(2) *Pogg. Ann. Jubelband*, 549.

(3) *Pogg. Ann.* CXL, s. 574, CXLI, s. 537.

(4) *Comptes Rendus*, LXX. pag. 592. 831.

(5) *Comptes Rendus*, LXX, pag. 661.

(6) *Wiedemann Ann.* VIII, pag. 83.

(7) Id. VIII, pag. 648.

(8) Id. X. pag. 284 e IV pag. 286, dove son riferite le misure del sig. W. *Münchausen.*

(9) M. Stamo, *Untersuchung über die specifische Wärme des Wassers: Inaugural Dissertation.* Zurich; Druch von Zürcher und Furrer 1877 (Memoria gentilmente donataci dalla Biblioteca cantonale di Zurigo).

Gerosa (1), dal Rowland (2), dal sig. A. W. Velten (3), dal sig. Neesen (4), dal sig. G. A. Liebig (5).

Non è qui il luogo di parlare dei metodi tenuti da questi fisici e diremo soltanto: che in alcuni l' avere trascurato il confronto dei termometri col termometro a gaz toglie il valore ai resultati, e che in altri si può rimproverare lo scarso numero di esperienze fatte in proposito (Rowland, *on the mec. ecc.* pag. 128).

Noi abbiamo ripreso le esperienze sul calore specifico dell'acqua, inspirandoci più che in nessun altro, nei lavori del Regnault, non senza tener assai conto di quelli del Rowland e di altri ancora. Insieme con l'acqua abbiamo voluto ripetere lo stesso studio sul mercurio, il quale fu già proposto ed impiegato come liquido calorimetrico.

Per determinare il calore specifico dell' acqua noi abbiamo impiegato diversi metodi: in tutti però la capacità dei calorimetri e perciò anche la massa del liquido fu assai considerevole.

1.° Facendo cadere nell' acqua del calorimetro delle palline metalliche scaldate a + 100°, impiegando palline non alterabili nell' acqua e di cui si conosce il calorico specifico vero a tutte le temperature fra 0° e 100°, (Regnault). Questo metodo fu da noi ado-

---

(1) *Atti della R. Acc. dei Lincei*, vol. X. seduta del 24 Aprile 1885.

(2) *On the mecanical Equivalent of Heat and on the variation of the specific heat of water* (Cambridge, John Wilson and son, 1880) e *Appendix containing the comparison With Dr. Joule's thermometer:* Memorie gentilmente favoriteci dall' Autore.

(3) *Annalen der Physik*, 1884 Bd. XXI, pag. 31-64.

(4) *Annalen der Physik*, 1883 Bd. XVIII, pag. 369-387.

(5) G. A. Liebig. *Variation de la chaleur spécifique de l'eau, American Journal*, vol. XXVI, 1883.—*Journal de Physique*, 1884. pag. 184.

Vedasi anche:

E. A. Rowland; *Relazione critica sulle varie determinazioni dell' equivalente meccanico della caloria;* Venezia, Tipografia Antonelli 1882. (Memoria premiata dal R. Istituto Veneto).

A. Bartoli ed E. Stracciati, *Revisione di alcune misure calorimetriche fondamentali*, Nuovo Cimento. serie 3ª vol. XVIII, 1885; Rendiconti della R. Acc. dei Lincei, seduta del 21 Giugno 1885.

A. Bartoli ed E. Stracciati, *Sul calore specifico dell' acqua, a diverse temperature*, seconda nota preliminare, Bullettino dell'Accademia Gioenia di Catania, fasc. VII, Maggio 1889.

A. Bartoli ed E. Stracciati, *Sul calore specifico dell' acqua;* terza nota preliminare; Bullettino dell' Accademia Gioenia di Catania, fascicolo XVIII, 1891.

A. Bartoli ed E. Stracciati, *Calore specifico dell' acqua soprafusa;* Nuovo Cimento, Pisa 1892.

M. Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.* T. IV, 1885, e *Journal de Physique*. 1891.

G. Dieterici, *Wied. Ann.* T. 33, pag. 417-444.

N. Hesehus, *Journal de Physique* 2ª s. T. VII pag. 489; 1888.

perato anche impiegando il mercurio per liquido calorimetrico e facendovi cadere delle palline di platino.

2.° Aggiungendo all' acqua del calorimetro una determinata massa di acqua a zero gradi (Rowland, *l. c.* pag. 123) o a 100° (Regnault, Rowland).

3.° Aggiungendo all' acqua del calorimetro una determinata massa di acqua a temperatura ben determinata, ma diversa da quella del calorimetro (Regnault, Gerosa ecc.)

Con questi metodi noi abbiamo eseguito oltre duemila esperienze, nelle quali abbiamo impiegato nove anni, lavorandoci indefessamente, quasi senza interruzione, con l' assistenza di diversi giovani fisici, i quali ci hanno molto aiutato nelle esperienze preliminari e nelle operazioni accessorie:

Le esperienze s' incominciarono nel 1883 nel ricco gabinetto di Fisica dell' Istituto Tecnico di Firenze, Via S. Gallo 68, e furono proseguite indefessamente fino al 1886; dal 1887 al 1891 furono compiute nell'Istituto Fisico della Università di Catania; in questi ultimi anni ci applicammo specialmente allo studio ed al confronto dei termometri, secondo le regole della moderna termometria. — Ora che abbiamo compiuto questo lunghissimo e penoso lavoro sentiamo il dovere di ringraziare vivamente i chiarissimi signori Dottori G. Papasogli professore a Firenze, Paolo Guasti ora professore a Intra, principe B. Galitzine ora professore all' Università di Mosca, ed A. Mochi di Firenze, i quali si compiacquero di assisterci a Firenze, prendendo per i nostri studî il più vivo interesse; e così pure ringraziamo i signori G. Raffo di Genova e G. Platania di Acireale, per lo zelo intelligente col quale prestarono l'opera loro nei confronti e negli studî termometrici compiuti a Catania.

I.

Termometri

I termometri adoperati furono ventisette; quattro normali, in vetro duro, costruiti dal Tonnellot di Parigi, identici a quelli che esso fornisce al Bureau internazionale di pesi e misure di Sevres

più altri quattro normali che ci servirono nelle determinazioni sussidiarie, e quattordici calorimetrici, portanti lo zero, e divisi in cinquantesimi di grado, col grado ampio più di trenta millimetri, (costruiti dal Baudin di Parigi) e da lui divisi in parti di uguale capacità: oltre questi termometri, in una serie di determinazioni, abbiamo pure adoperati quattro termometri calorimetrici, a cinquantesimi di grado, costruiti dal fu Geissler di Bonn, ed uno di Tonnelot, diviso in centesimi di grado, il quale servì più che altro per le basse temperature.

Quasi tutti i termometri erano già stati costruiti da oltre tre anni avanti al principio dei nostri studî; alcuni anzi erano di data anche più antica, per cui la posizione dello zero (a zero) non variava più sensibilmente col tempo: la variazione era inferiore ad $\frac{1}{500}$ di grado, per ogni mese, nel primo anno in cui s'intrapresero queste esperienze; oggi, che siamo alla fine, si è ridotta inferiore al $\frac{1}{1000}$ di grado (per un mese) e per alcuni termometri è affatto nulla.

Termometri normali

I quattro termometri normali in vetro duro, *a*, *b*, *c*, *d*, erano stati costruiti dal Tonnellot di Parigi secondo le norme prescritte dal Bureau internazionale di pesi e misure di Sevres; erano divisi a decimi di grado, colle divisioni di uguale lunghezza. (1)

I primi due *a* e *b*, portavano tutta la scala, da -6° a $+ 103^\circ$, ed avevano il grado lungo 5 millimetri circa; gli altri due *c* e *d* erano muniti di due serbatoj intermedi, in questi la divisione pro-

(1) Vedansi le memorie sulla termometria nei Travaux *et mémoires du bureau international des poids et mesures*, Paris Gauthier Villars.

A. E. Guillaume, *Traité pratique de la termométrie de précision*, Paris, 1889.

Vedansi segnatamente le importanti memorie:

Ch. Ed. Guillaume, *Études thermometriques; Travaux et mémoires du bureau international* etc., T. V. parte I. A. III.

Pernet, *Travaux et mémoires* t. 1° p. B;

Chappuis, *Études sur le thermomètre à gaz et comparaisons des thermomètres à mercure avec les thermomètres à gaz; Travaux et mèmoires* etc., t. VI. 1888.

Max Thiesen, *Vergleichungen von Quecksilberthermometern* (Metronomische Beiträge, n. 3, Berlin 1881).

E. I. Mills, *Researches on thermometry* Trans. roy. soc. of. Edinburg. t. XXIX pag. 567. anno 1880.

Thorpe e Rücker, *Phil. Mag.* 5ª s. t. XII pag. 1-184.

Rowland, *On the mecanical equivalent of Heat*; Cambridge, 1880.

cedeva da — 5° a + 38°; quindi da + 64° a + 66° fra il primo e il secondo serbatoio, ed infine fra + 97° a + 102° dopo il secondo serbatoio: i gradi erano in ciascheduno di ugual lunghezza, (circa 12 millimetri).

Per ciascuno di questi termometri fu prima verificata l' equidistanza dei tratti della divisione, che fu trovata giusta. Di poi si procedè al calibraggio, coi metodi stessi praticati dal Bureau internazionale di Sevres; vale a dire che per i termometri normali *a*, *b*, si procedè dapprima ad una divisione in cinque parti, e poi al calibraggio di due in due gradi, infine si ricalcolò una seconda approssimazione della divisione in cinque parti: costruimmo così per ciascheduno dei termometri, una tavola delle correzioni di calibro, procedente di decimo in decimo di grado.

Invece, coi termometri *c* e *d* aventi due ampolle intermedie, venne fatta la suddivisione in tre parti, il calibraggio della parte inferiore [— 2°, + 38°] di due in due gradi; i punti vicini a 66° ed a 100° furono determinati con colonne speciali.

Coefficienti di pressione—Intervallo fondamentale—Posizione dello zero.

Il coefficiente di pressione esterna fu determinato per ciascheduno termometro con un apparecchio quasi identico a quello descritto dal sig. E. Guillaume, nella sua memoria *Etudes thermométriques* (T. V. dei Travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures, Parigi 1886, pag. 26). Così pure fu determinato più volte avanti di cominciare le nostre determinazioni, lo intervallo fondamentale, seguendo il metodo stesso indicato nella memoria sopra citata.

Per le correzioni dello zero, noi ci siamo assicurati, che i termometri, già costruiti da lungo tempo, avevano gli zeri a zero (cioè dopo lunghissima immersione nel ghiaccio) quasi invariabili; le variazioni mensuali erano inferiori al millesimo di grado:

La posizione dello zero dopo lungo soggiorno del termometro in un ambiente a zero fu determinata annualmente; le correzioni dello zero dopo che il termometro era stato mantenuto per un certo

tempo ad una temperatura t (sempre inferiore a $+35^{\circ}$ nelle nostre misure) fu calcolato pei termometri Tonnellot in vetro duro, servendosi dei dati forniti dalle memorie sopra citate del sig. Guillaume (1).

Per i termometri fabbricati con diverse specie di vetro fu fatto uno studio speciale, di cui rendiamo conto in una nota che fa seguito alla presente memoria.

Così, per ciascheduno dei termometri in vetro duro avevamo compilate quattro tavole di correzioni.

1.ª Per le correzioni di calibro.

2.ª Per le correzioni di pressione esterna.

3.ª Per le correzioni di pressione interna (il termometro avendo la posizione verticale nelle nostre determinazioni).

4.ª Per le correzioni d'intervallo fondamentale (2).

5.ª Un' ultima correzione doveva portarsi alla lettura dei nostri termometri per ridurli al termometro a gaz.

Quest'ultima correzione venne fatta al termometro normale a (che fu studiato nel 1886 *al Bureau International des poids et mesures di Sevres*, dal chiarissimo Sig. Dottor E. Guillaume mercè la gentile intercessione del compianto D. Brock direttore di quell'Istituto,) col mezzo della tavola dedotta dai confronti del M. Chappuis. dei termometri in vetro duro col termometro ad azoto.

Il termometro normale b e così pure quello d furono confrontati a Firenze nel 1885 col termometro ad aria, dal Prof. Bartoli; il confronto fu minutissimo, per tutti i gradi compresi fra 0° e $+35^{\circ}$; infine il termometro d fu confrontato a Baltimora, nel 1886 dall'illustre Prof. Rowland, il quale ebbe la compiacenza di paragonarlo lungamente coi suoi termometri normali 6163, 6165, 108954, 6166, 108947, 7316, da lui già studiati e paragonati col termometro ad aria, nel suo notevole lavoro per la determinazione dell'equivalente meccanico del calore (3).

---

(1) Vedasi anche E. Guillaume, *Traité pratique de la thermométrie de précision*, Paris 1887. Gauthier-Villars.

(2) Per brevità tralasciamo di trascrivere queste tavole; ritenendo sufficienti gli esempi che seguono a pag. 11-15.

(3) Rowland, On the mechanical equivalent of heat, Cambridge 1880; e Appendix , containing the comparison with *DR.* Joules's thermometer. Il Baudin 6166 servì appunto al Rowland, per studiare il termometro di Joule.

Sentiamo qui il dovere di ringraziare pubblicamente l'illustre Prof. Rowland.

Oltre i suddetti termometri normali Tonnellot *a*, *b*, *c*, *d*, noi abbiamo pure impiegato, in qualche confronto secondario di termometri, un normale Baudin, N. 9771 diviso a decimi, da — 5° a + 110°, 8, col grado ampio $4^{mm},8$, studiato nel 1886 dal Sig. Guillaume nel Bureau International di Sevres; e un normale N. 633, fabbricato all'osservatorio reale di Kew, e favoritoci gentilmente dal Chiar.mo suo direttore Sig. Wippley, termometro che fu confrontato dal prelodato Prof. Rowland a Baltimora nel 1886, infine due normali Geissler, divisi a decimi da—4 a + 102°, studiati a lungo e confrontati col termometro a gaz dal Prof. Bartoli a Firenze nel 1885.

Per questi ultimi quattro termometri furono pure determinate le costanti fondamentali; per le correzioni dovute allo spostamento dello zero, fu fatto uno studio particolare del quale renderemo conto in una nota che fa seguito a questo lavoro (1).

Ma noi abbiamo sempre, nelle esperienze e nei confronti più importanti, impiegato i termometri normali Tonnellot, in vetro duro così bene ed accuratamente studiati; per le ragioni stesse che hanno fatto preferire tali termometri al Bureau International di Sevres.

Termometri calorimetrici

Erano quattordici costruiti dal Baudin, di Parigi, divisi in cinquantesimi di grado, col grado ampio oltre trenta millimetri, più quattro costruiti dal fu Geissler di Bonn, ed uno del Tonnellot a centesimi, col grado ampio oltre 45 millimetri, portanti tutti lo zero, e divisi in parti di ugual capacità, (ad eccezione del Tonnellot che era diviso in parti di uguale lunghezza) (2).

Questi furono scelti fra molti altri, per modo che fossero e-

(1) Bartoli e Stracciati, *Studi termometrici.*

(2) Tutti i nostri termometri, portano inciso sull' asta il peso in grammi del mercurio, il peso del serbatojo di vetro, e il peso totale dello strumento; da questi dati, e dalla lunghezza dell' asta, si deduce facilmente l' equivalente in acqua del serbatojo, l'equivalente in acqua dell'asta dal serbatojo alla divisione zero, e l'equivalente in acqua corrispondente a ciascun grado dell'asta.

senti dai difetti che talvolta si riscontrano anche nei termometri di prezzo. Immersi in una massa di acqua indicavano la stessa temperatura sia che inizialmente fossero stati più freddi o più caldi; riscaldandoli o raffreddandoli, il mercurio saliva e scendeva senza salti e con regolarità, erano affatto privi di aria, e mai la colonna si è spezzata dopo il riscaldamento; la calibrazione era buona, e le correzioni addizionali piccolissime.

I termometri come si è detto erano di fabbricazione assai anteriore al principio delle nostre esperienze per cui nel ghiaccio fondente, (dopo lunghissimo soggiorno), lo zero rimaneva costante, od almeno le variazioni mensuali dello zero a zero, erano piccolissime, (dell' ordine del millesimo di grado).

Lo zero a zero, cioè dopo lunghissimo soggiorno nel ghiaccio fondente, fu determinato annualmente; negli intervalli si ammetteva che i piccolissimi spostamenti fossero proporzionali ai tempi.

Fu determinata per ciaschedun termometro la depressione dello zero corrispondente ad ogni temperatura fra 0° e 38°; le posizioni dello zero venendo determinate, mercè il cannocchiale munito di oculare micrometrico del catetometro costruito dal Miller di Innspruck; la depressione corrispondente a ciascheduna temperatura veniva per ogni termometro dedotta da una curva empirica (1).

Nella tavola III (bis) abbiamo trascritto le depressioni dello zero pel termometro G (Baudin, 9160) per gli altri si veda la nota che fa seguito a questa memoria (2).

Fu pure determinato il coefficiente di pressione, servendoci degli stessi apparecchi impiegati coi termometri normali.

Riconosciuto che la calibrazione dei termometri era abbastanza

(1) Per determinare lo zero abbiamo sempre adoperata neve, lavata prima con acqua stillata, e poscia irrorata di acqua stillata. Compara Ch. E. Guillaume, *Traitè pratique de la thermometrie de precision*, Paris 1889 pag. 118.

Pernet, *Sur la manière d'éliminer dans l'évaluation des temperatures, l'influence de la variation des points fixes des thermomètres a mercure;*

Travaux et Mèmoires du Bureau international des poids et mesures T. 1 p. B. 12 e 13.

(2) Bartoli e Stracciati: *Studi termometrici.*

buona, procedemmo al confronto diretto coi termometri normali; da questi confronti potemmo dedurre la correzione totale Δ da apportare alle letture fatte nei nostri termometri calorimetrici per ridurle al termometro ad azoto.

Termometro calorimetrico $+ \Delta =$ *Termometro ad azoto* (la temperatura letta sul termometro calorimetrico, essendo stata corretta per lo zero, per la pressione esterna e per la pressione interna) (1).

Questo confronto fu diligentissimo e richiese quattro anni di lavoro continuato.

Il Rowland a pag. 91 della memoria più volte da noi citata, descrive un apparecchio assai complicato per paragonare i termometri a mercurio fra loro o col termometro a gaz; ne abbiamo costruito un modello, ma non ce ne servimmo che poco, volendo noi confrontare i nostri termometri soltanto per temperature comprese fra 0° e + 35°.

Il nostro è un apparecchio gigantesco (Tavola I, fig. 1) dove la costanza quasi assoluta della temperatura si ottiene mercè la grande massa di acqua (500 litri circa) continuamente agitata da ottimi agitatori AADED.

La temperatura dell' acqua è quella stessa della sala esposta al Nord e varia solo col variare dell' ambiente dell' atmosfera: Una serie completa di confronti richiedeva dunque un mezzo anno, cioè dall' inverno all' estate.

Due lastre di cristallo da specchio permettevano la lettura dei termometri, la quale si faceva per mezzo dell' eccellente cannocchiale ad oculare micrometrico del catetometro Miller: (Vedasi Tavola I). Il termometro calorimetrico veniva immerso nel bagno ad acqua, insieme con tre termometri normali Tonnellot; ciascheduna lettura veniva ripetuta due volte per assicurarci della perfetta costanza della temperatura del bagno.

Nella tavola seguente (tavola I) si riporta un esempio di questi confronti.

(1) Cioè la correzione Δ è la somma delle correzioni di calibro, d' intervallo fondamentale, e di riduzione al termometro ad azoto.

TAVO

Termometro Tonnellot 4285 confrontato dal Bureau di Sevres

$T = t + z + i + e + C + f + A$

DATA	Pressione esterna sul bulbo	t temperatura bruta letta	z correzione per lo spostamento dello zero	i correzione di pressione interna	e correzione di pressione esterna	C correzione di calibro	f correzione d'intervallo fondamentale	A correzione relativa al termometro ad azoto	T temperatura ridotta al termometro ad azoto
22 Gennaio 1887	793m,5	3,409	+ 0,0605	+ 0,0101	— 0,0034	— 0,0481	— 0,0022	— 0,0172	3,4087
	»	2,767	+ 0,0600	+ 0,0096	»	— 0,0397	— 0,0017	— 0,0140	2,7778
	»	2,628	+ 0,0600	+ 0,0095	»	— 0,0383	— 0,0017	— 0,0133	2,6408
	»	2,945	+ 0,0602	+ 0,0098	»	— 0,0419	— 0,0019	— 0,0148	2,9530
	»	3,400	+ 0,0605	+ 0,0101	»	— 0,0480	— 0,0021	— 0,0172	3,3999
	»	3,761	+ 0,0608	+ 0,0103	»	— 0,0522	— 0,0024	— 0,0190	3,7551
	»	4,235	+ 0,0613	+ 0,0107	»	— 0,0583	— 0,0028	— 0,0210	4,2215
	»	4,717	+ 0,0617	+ 0,0110	»	— 0,0634	— 0,0030	— 0,0229	4,6970
	»	5,229	+ 0,0622	+ 0,0114	»	— 0,0703	— 0,0034	— 0,0251	5,2004
23 Gennaio	797m,8	5,857	+ 0,0627	+ 0,0118	— 0,0039	— 0,0766	— 0,0037	— 0,0282	5,8191
	»	6,251	+ 0,0631	+ 0,0121	»	— 0,0815	— 0,0040	— 0,0300	6,2068
	»	6,739	+ 0,0636	+ 0,0124	»	— 0,0884	— 0,0043	— 0,0317	6,6867
	»	7,147	+ 0,0639	+ 0,0127	»	— 0,0942	— 0,0046	— 0,0336	7,0873
	»	7,554	+ 0,0643	+ 0,0129	»	— 0,1005	— 0,0048	— 0,0346	7,4874
	»	7,927	+ 0,0646	+ 0,0132	»	— 0,1053	— 0,0051	— 0,0366	7,8539
25 Gennaio	797m,6	8,384	+ 0,0651	+ 0,0135	— 0,0039	— 0,1104	— 0,0054	— 0,0381	8,3048
	»	8,835	+ 0,0655	+ 0,0138	»	— 0,1167	— 0,0057	— 0,0395	8,7485
	»	9,346	+ 0,0659	+ 0,0141	»	— 0,1235	— 0,0060	— 0,0414	9,2512
	»	9,800	+ 0,0663	+ 0,0144	»	— 0,1290	— 0,0063	— 0,0432	9,6983
	»	9,146	+ 0,0666	+ 0,0140	»	— 0,1209	— 0,0059	— 0,0406	9,0553
26 Gennaio	788,0	9,470	+ 0,0660	+ 0,0142	— 0,0029	— 0,1245	— 0,0061	— 0,0418	9,3749
	»	9,818	+ 0,0663	+ 0,0145	»	— 0,1292	— 0,0063	— 0,0433	9,7171

LA I.

Termometro Tonnellot + 4497							a cinquantesimi calorimetrico Baudin, Termometro N. 9770 (Ω)	
$T'' = t + z + e + A'$ essendo $A' = i + C + f + A$							$T''' = t + z + e$	
Pressione esterna sul bulbo	t temperatura bruta letta	z correzione per lo spostamento dello zero	e correzione di pressione esterna	A' somma delle altre correzioni	T'' temperatura ridotta al termometro ad aria	$\frac{T + T''}{2}$	T''' temperatura bruta, corretta dello zero e della pressione esterna ed interna	$\Delta = \frac{T + T'}{2} - T'''$
793,5	3,414	+ 0,0041	— 0,0040	— 0,0051	3,4090	3,4088	3,4138	— 0,0050
»	2,782	+ 0,0036	»	— 0,0017	2,7799	3,7788	3,7863	— 0,0075
»	2,642	+ 0,0034	»	+ 0,0007	2,6421	2,6414	2,6484	— 0,0070
»	2,954	+ 0,0037	»	+ 0,0016	2,9553	2,9541	2,9596	— 0,0055
»	3,406	+ 0,0041	»	— 0,0049	3,4012	3,4006	3,4051	— 0,0045
»	3,765	+ 0,0045	»	— 0,0074	3,7581	3,7565	3,7617	— 0,0052
0	4,231	+ 0,0048	»	— 0,0078	4,2240	4,2227	4,2290	— 0,0063
«	4,703	+ 0,0053	»	— 0,0075	4,6968	4,6969	4,7054	— 0,0085
»	5,209	+ 0,0057	»	— 0,0099	5,2008	5,2006	5,2114	— 0,0108
797,8	5,833	+ 0.0063	— 0,0045	— 0,0120	5,8210	5,8200	5,8320	— 0,0120
»	6,227	+ 0,0066	»	— 0,0183	6,2108	6,2088	6,8203	— 0,0115
»	6,707	+ 0,0071	»	— 0,0202	6,6894	6,6876	6,6996	— 0,0120
»	7,115	+ 0,0074	»	— 0,0286	7,0893	7,0883	7,1028	— 0,0145
»	7,518	+ 0.0078	»	— 0,0312	7,4901	7,4888	7,5038	— 0,0150
»	7,888	+ 0,0082	»	— 0,0357	7,8560	7,8550	7,8712	— 0,0162
»	8,344	+ 0,0085	»	— 0,0430	8,3050	8,3049	8,3223	— 0,0174
797,6	8,794	+ 0,0090	»	— 0,0489	8,7496	8,7491	8,7672	— 0,0181
»	9,300	+ 0,0094	»	— 0,0559	9,2490	9,2501	9,2679	— 0,0178
»	9,758	+ 0,0099	»	— 0,0661	9,6973	9,6978	9,7108	— 0,0130
»	9,100	+ 0.0092	»	— 0,0488	9,0559	9,0556	9,0724	— 0,0168
788,0	9,422	+ 0,0095	— 0,0034	— 0,0523	9,3758	9,3753	9,3913	— 0,0160
»	9,771	+ 0,0099	»	— 0,0625	9,7150	9,7160	9,7295	— 0,0135

Questo piccolo saggio dimostra il metodo tenuto nei nostri confronti e l' esattezza che si poteva raggiungere: Ottenuti per ciaschedun termometro calorimetrico, una diecina di valori di Δ corrispondenti all' intervallo di mezzo grado, si prendeva la media di questi valori, e si costruiva la curva che aveva per ascisse le temperature T''' lette sul termometro (e corrette dello zero, della pressione esterna e della pressione interna). Dalla curva si deduceva la tavola delle correzioni.

Noi riportiamo qui, quella delle correzioni pel termometro Baudin Ω (N. 9770), e quella del termometro Baudin G (N. 9160).

Tavola II.

Termometro calorimetro + Δ = Termometro ad azoto

La temperatura del termometro calorimetrico essendo corretta, per lo spostamento dello zero (leggendo subito la posizione dello zero corrispondente alla temperatura letta) e dello effetto della pressione interna ed esterna.

Ω *Termometro Baudin a cinquantesimi N. 9770*

(*Va* da 0° a + 10°)

VALORI DI Δ

	0°,0	0, 1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
1°				—0,011	—0,011	-0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,010	1°
2°	—0,010	—0°010	—0,009	—0,009	—0,008	—0,008	—0,007	—0,007	—0,007	—0,006	2°
3°	—0,006	—0,006	—0,005	—0,005	—0,005	-0,005	—0,005	—0,005	—0,005	—0,006	3°
4°	—0,006	—0,006	—0,006	—0,006	—0,007	—0,007	—0,008	-0,008	—0,009	—0,009	4°
5°	—0,009	—0,010	—0,010	—0,010	—0,010	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	5°
6°	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,012	—0,012	6°
7°	—0,012	—0,012	—0,013	—0,013	—0,013	—0,014	—0,014	—0,014	—0,015	—0,015	7°
8°	—0,015	—0,016	—0,016	—0,016	—0,016	—0,016	—0,017	—0,017	—0,017	—0,017	8°
9°	—0,017	—0,017	—0,017	—0,017	—0,016	—0,015	—0,015	—0,015			9°
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	

Distanza del centro del bulbo allo zero, millimetri 127

» » » » a + 8° millimetri 388

Lunghezza media di un grado 32^{mm}, 6

β Coefficiente di pressione del serbatoio per 1^{mm} di mercurio β = 0,000289

Coefficiente di pressione interna per 1^{mm} di mercurio = 0,000305

» » » per 1 grado = 0,009943

Equivalente in acqua del bulbo dell'asta fino alla divisione zero = 1,81

» » di ciaschedun grado dell'asta = 0,31

Tavola III.

Termometro G (9160) Baudin, a cinquantesimi

(Porta lo zero, ed è graduato da + 18° a + 29°)

Δ

	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
18°	—0,033	—0,034	—0,036	—0,037	—0,038	—0,039	—0,040	—0,041	—0,042	—0,043	18°
19°	—0,043	—0,044	—0,044	—0,044	—0,044	—0,044	—0,044	—0,043	—0,043	—0,042	19°
20°	—0,042	—0,041	—0,041	—0,041	—0,040	—0,040	—0,040	—0,040	—0,040	—0,040	20°
21°	—0,040	—0,041	—0,041	—0,041	—0,042	—0,042	—0,043	—0,044	—0,044	—0,045	21°
22°	—0,045	—0,046	—0,047	—0,047	—0,048	—0,049	—0,049	—0,050	—0,051	—0,051	22°
23°	—0,052	—0,053	—0,054	—0,055	—0,056	—0,057	—0,058	—0,060	—0,061	—0,061	23°
24°	—0,061	—0,061	—0,060	—0,060	—0,060	—0,060	—0,060	—0,061	—0,061	—0,062	24°
25°	—0,062	—0,063	—0,064	—0,063	—0,063	—0,063	—0,063	—0,063	—0,063	—0,063	25°
26°	—0,063	—0,063	—0,063	—0,063	—0,064	—0,064	—0,064	—0,064	—0,064	—0,064	26°
27°	—0,064	—0,064	—0,064	—0,064	—0,064	0,063	—0,063	—0,063	—0,063	—0,064	27°
28°	—0,064	—0,064	—0,065	—0,065	—0,066	—0,066	—0,067	—0,068	—0,068	—0,068	28°
29°											29°
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	

Distanza del centro del bulbo allo zero $46^{mm},0$

» » » » » a + 18° $95^{mm},0$

Lunghezza media di un grado $32^{mm},9$

Coefficiente di pressione interna per millimetro 0, 000 245

» » » » per grado 0, 009 610

Coefficiente di pressione del serbatojo 0, 000 230

Peso del mercurio $35^{gr},92$; del serbatoio $1^{gr},94$; dell'asta (tige) $23^{gr},62$; Totale 61,48.

Equivalente in acqua del serbatoio e del mercurio $1^{gr},57$; dell' asta fino a zero 0,26; dell'asta fino a + 18°; $0^{gr},72$: di ogni grado dell'asta $0^{gr},33$.

La posizione dello zero (a zero) era + 0°,0580 nel Gennajo 1890 ed è divenuta + 0,0620 nell' Aprile 1892.

Tavola III bis

Tavola degli abbassamenti dello zero; Termometro Baudin G. (9160).

Temperatura	Abbassamento dello zero	Temperatura	Abbassamento dello zero
0°	0,0000		
2°	0,0006	22°	0,0160
4°	0,0014	24°	0,0208
6°	0,0022	26°	0,0268
8°	0,0032	28°	0,0340
10°	0,0042	30°	0,0412
12°	0,0052	32°	0,0490
14°	0,0064	34°	0,0580
16°	0,0078	36°	0,0680
18°	0,0096		
20°	0,0124		

II.

Esperienze coi metalli (Platino, rame, stagno, argento, piombo).

Dell'apparecchio adoprato nelle esperienze con le palline dei diversi metalli (1) si può avere una idea generale guardando la tavola II; le parti principali sono poi particolarmente rappresentate nella tav. III.

La stufa che serviva per scaldare le palline ad una temperatura di 100° (rappresentata in sezione della fig. I della tav. III) era di ottone a doppia parete e di dimensioni assai grandi: conteneva diversi litri di acqua, che si manteneva all' ebullizione per mezzo di un fornello a gas.

Il vapore si sollevava fino alla estremità superiore, ridiscendeva circolando per lo spazio anulare *s* e per mezzo di grossi tubi *T* i quali servivano anche a sorreggere la stufa, appoggiando su scanalature praticate nelle grosse tavole di legno *G* era guidato ad un serpentino (tav. II) immerso in un vaso *B* pieno di acqua fredda, dove si condensava e quindi ricadeva nella stufa. Le estremità dei tubi *T* si aprivano liberamente nell'atmosfera ed i tubi erano così larghi da impedire nel modo più sicuro, l'ingorgo dell'acqua e quindi un eventuale aumento di pressione nell' interno della stufa.

(1) I metalli adoperati furono Platino (procurato dalla casa Matthey di Londra) Rame del commercio, (palline grandi); Rame del commercio, (palline piccole dorate); stagno, argento piombo:

Le palline di rame furono tornite da grossi fili di rame che si trovano in commercio; quelle di stagno, argento, piombo furono fuse entro forme, e poi pulite al tornio; lo stagno, l' argento e il piombo furono acquistati come puri dalla casa Trommsdorf di Erfurt;

Le palline, prima di essere adoperate, furono per centinaia di volte riscaldate in stufa a 100° e poscia raffreddate versandole nell'acqua fredda, nello stesso modo che dovevano essere adoperate nelle esperienze calorimetriche. Il calore specifico medio fra 100° e 15° riferito all'acqua a + 15° rimase invariato, dal principio di queste esperienze coi metalli (1883), fino alla fine (1886). L' Analisi delle palline fu fatta a lavoro compiuto dal chiarissimo Prof. Giorgio Papasogli di Firenze; i resultati sono trascritti nel seguito della presente memoria.

Superiormente, la stufa terminava con un largo bordo, contro il quale si adattava il coperchio, interponendo delle rotelle di piombo e stringendo per mezzo di otto robusti viti *u* (fig. 1 tav. III.) Al coperchio era saldato un tubo cilindrico che penetrava dentro la stufa e che serviva a ricevere le palline *P* che si dovevano scaldare. Questo tubo aveva un diametro ed una altezza uguali a circa la metà del diametro e dell'altezza della stufa e poteva contenere oltre 3 chilogrammi di palline; la sua apertura era chiusa da un grosso tappo di sughero *D*, attraversato da un termometro *q* il quale serviva per conoscere quando nell'interno del tubo si era raggiunta una temperatura stazionaria.

Per impedire il raffreddamento della stufa, la parte al di sopra dei tubi *T* era circondata da uno spesso strato di flanella, e al coperchio si sovrapponeva una specie di cappello imbottito di flanella. Così si poteva avere nell'interno del tubo che conteneva le palline una temperatura uguale a quella del vapor d' acqua che vi circolava intorno. Per gettar le palline nel calorimetro si faceva ruotare la stufa di circa 110° in modo che la bocca del tubo contenente le palline venisse a trovarsi vicinissima alla bocca del calorimetro, e le palline spinte dal loro peso scorrevano nel tubo e cadevano nel calorimetro: così si poteva ritenere che le palline non si raffreddassero affatto nel passaggio della stufa al calorimetro.

Ciò fu confermato da diverse esperienze preliminari, facendo cadere le palline entro un calorimetro contenente del petrolio bollente ad alla temperatura, mantenuto a + 100° da una corrente di vapore di acqua; i resultati furono nettissimi: a correzioni fatte pei termometri, il liquido a + 100° non si scaldava nè si raffreddava per l'immersione delle palline scaldate alla stessa temperatura.

La stufa ed il calorimetro poggiavano sopra una robusta tavola addossata ad una parete di una vasta sala, ed erano separati l'una dall'altro per mezzo di un diafragma *R* formato da una tavola di noce e da tre grossi cartoni rivestiti di stagnola, paralleli e distanti un centimetro l'uno dall'altro: la metà superiore di questo schermaglio era mobile e poteva sollevarsi, guidata dalle scanala-

ture praticate nelle guide *U*, tirando la fune *k*, la quale passava per la gola di due puleggie attaccate al soffitto della sala.

Calorimetro. I calorimetri adoprati nelle nostre esperienze non differiscono essenzialmente da quelli impiegati dal Berthelot.

La fig. 2 della tav. III rappresenta, in sezione, uno dei nostri calorimetri.

C è un involucro di zinco a doppia parete, contenente una gran massa di acqua, *D* è un vaso cilindrico di rame argentato internamente e poco più grande del calorimetro *E* che vi sta dentro e ne è separato da sottili dischi di sughero. Il vaso calorimetrico era di lastra sottilissima di platino, di nichel, o di ottone e perfettamente speculare all' esterno; era coperto per impedire la evaporazione dell' acqua ed il coperchio non si apriva che un istante per lasciar cader le palline.

Nelle diverse serie di esperienze la capacità dei calorimetri ha variato da 200 centimetri cubi a 9 litri; ma, salvo le dimensioni, non vi erano differenze essenziali fra gli uni e gli altri. Importa però che il calorimetro abbia un' altezza poco più grande del diametro; con calorimetri troppo alti tendono a prodursi le correnti di aria, tutte le volte che l' acqua del calorimetro abbia una temperatura anche leggermente diversa da quella dell' ambiente. Col calorimetro a sezione grande, ci è anche il vantaggio che sollevandosi di poco il livello dell'acqua, coll'immersione del corpo caldo, si rende piccolissima e trascurabile la correzione per l'aumento di pressione sul bulbo del termometro.

L'agitatore ha una forma speciale, comoda, perchè serve a ricevere le palline le quali così non cadono e restano al fondo del calorimetro: è una specie di panierino (rappresentato in sezione dentro il calorimetro nella fig. 2 e in prospettiva dalla fig. 3 della tav. III.) fatto della stessa lamina con la quale è fabbricato il calorimetro, ma tutta bucata; ha forma leggiermente conica ed è alto un po' meno della metà dell'altezza del calorimetro: una larga lamina *p* dello stesso metallo è avvolta ad elica sulla superficie esterna e due lamine della stessa larghezza circondano, una la bocca e l' al-

tra il fondo del panierino; con queste appendici l' agitatore viene ad occupare quasi tutta la larghezza del calorimetro.

Il movimento d'alto in basso all'agitatore era dato, pur stando a distanza dal calorimetro, per mezzo del filo *f* e della puleggia *q*: i due tubi *g* entro i quali scorrevano i fili *a a* servivano a guidare il calorimetro e a limitarne la corsa, in modo che non sfregasse contro le pareti del calorimetro, nè urtasse contro il termometro (il quale passava comodamente attraverso i fori *m* praticati nelle lamine che circondano il panierino) e non avesse ad uscire dall'acqua nè a battere contro il fondo del calorimetro.

Il termometro calorimetrico *b* era sostenuto da un bocciolo di ottone al quale era fissato per mezzo di un tubo di gomma spaccato in due: questo bocciolo per mezzo di un gambo e di una vite di pressione era fissato al sostegno *s*, oppure era fissato direttamente al coperchio del calorimetro.

Un termometrino *t* diviso in quinti di grado, disposto, al di fuori del calorimetro, in contatto coll' asta del termometro calorimetrico, serviva per determinare la temperatura della colonna non immersa, per far poi la correzione relativa, la quale però fu sempre piccolissima (1) come può vedersi dalle tavole IV a IX.

La lettura del termometro calorimetrico si faceva a distanza per mezzo di un ottimo cannocchiale munito di micrometro oculare, scorrevole a guisa del cannocchiale di un catetometro, lungo un' asta verticale.

Nella tav. II il cannocchiale è rappresentato di fianco all'apparecchio, ma si trovava invece di fronte; e nella parete della stanza si fece appositamente praticare, dietro il termometro, una finestra larga 20 centimetri ed alta 60, la quale si teneva chiusa da un vetro smerigliato: questo modo d'illuminare il termometro rendeva nettissima la colonnina del mercurio e quindi assicurava l'esattez-

(1) Nelle esperienze calorimetriche (dice il Sig. Guillaume, *Traité de la thermométrie de precision*, pag. 193) l'elevazione totale di temperatura si produce in pochi minuti, e non sorpassa i 2 a 3 gradi; si può dunque ammettere senza errore apprezzabile, che l'asta (tige) del termometro, abbia conservato la temperatura dell'ambiente.

za della lettura, tanto più se si aveva cura di socchiudere le imposte delle altre finestre in modo da lasciare la sala in una semioscurità.

Le esperienze erano condotte nel modo seguente: mentre si introducevano le palline dentro la stufa, si versava l'acqua (1) nel calorimetro, vi si metteva l'agitatore e si pesava; indi si poneva a posto il calorimetro e il termometro, e dopo quattro o cinque ore si leggeva con un cannocchiale il termometro della stufa finchè questo indicasse, da mezz' ora almeno, una temperatura perfettamente costante. Allora manovrando l' agitatore e osservando il termometro, ci si accertava che l'acqua del calorimetro non variasse affatto di temperatura, ciò che accadeva quasi sempre (avendo l' acqua del calorimetro la stessa temperatura dell' aria e dell' involucro dal quale era circondato); se la temperatura variava un poco, ci assicuravamo che le piccole variazioni fossero proporzionali ai tempi, poscia si notavano le temperature di minuto in minuto per 10' e si faceva poi la correzione relativa.

Letto il termometro, si scopriva il calorimetro e mentre con la mano destra si tirava la fune z (Tav. II) per alzare lo schermaglio R, con la sinistra si dava un colpo alla leva E per liberare i tubi T della stufa, quindi si alzava il paniere agitatore, ma senza farlo uscire dal liquido, e con l' altra mano si scopriva la stufa e si rovesciava: così le palline cadevano dentro il panierino. Ricondotta a posto la stufa e lo schermaglio R, si copriva il calorimetro e per mezzo del filo f si muoveva l' agitatore e con l' occhio si leggeva al cannocchiale osservando il movimento ascendente del termometro: — questa manovra con la pratica acquistata non richiedeva più di 10 secondi.

Si notava la più alta temperatura indicata dal termometro, la

(1) Abbiamo sempre adoperato acqua distillata ed abbiamo avuto cura di verificare che evaporata non lasciasse residuo nè s'intorbidasse per l' aggiunta di nitrato d'argento: la stessa acqua non si adoprava più di due volte e talora non più di una, come nella serie di esperienze con le palline di piombo. Abbiamo così impiegato in queste esperienze molte diecine di ettolitri di acqua distillata.

quale succedeva un minuto dopo gettate le palline nel calorimetro, e quindi, sempre agitando, si leggeva il termometro di minuto in minuto per 10': queste osservazioni servivano per calcolare la correzione.

Nelle nostre esperienze gli abbassamenti di temperatura dopo l'istante in cui fu raggiunto il maximum, riuscivano ben proporzionali ai tempi.

Dopo terminata una esperienza si toglievano subito le palline dal panierino, si asciugavano con carta da filtro e quindi si scaldavano in una stufa ad aria alla temperatura di 100° e poi si ponevano di nuovo (così calde) nella stufa a vapore per preparare una nuova esperienza.

La stufa a vapore era mantenuta continuamente in azione (oltre 16 ore al giorno) per essere sicuri di ottenere un regime permanente di temperatura, così nella stufa come nell' acqua del calorimetro e nella sala: l' acqua stillata che serviva per le esperienze era conservata nella sala stessa delle esperienze, dove pure era collocata la bilancia per determinare il peso dell' acqua.

Immediatamente prima di ogni esperienza si leggeva il barometro per calcolare la temperatura di ebullizione dell' acqua della stufa ossia la temperatura iniziale delle palline.

Il barometro che abbiamo sempre adoprato, durante tutte queste esperienze, era a mercurio, del sistema Fortin, costruito dal Deleuil di Parigi, riempito, poco prima di cominciare queste esperienze, e confrontato a lungo col barometro normale del R. osservatorio dell' Istituto superiore di Firenze e con un barometro normale da noi costruito: la correzione da applicare al nostro barometro per ridurlo a coincidere con quello normale era + $0^m,06$.

Il barometro era collocato in una piccola stanza a Nord, (situata allo stesso piano) in cui le oscillazioni diurne di temperatura erano assai piccole.

Le bilance adoprate per pesare i calorimetri e le palline furono due: una grande, del Deleuil, della portata di 10 chilogrammi, adoprata specialmente pei grandi calorimetri, l' altra del Sartorius, della portata di cinquanta chilogrammi.

Le pesiere furono verificate, fino a due chilogrammi, impiegando una eccellente bilancia di Sartorius sensibile fino al decimo di milligrammo; quanto ai pesi maggiori, furono confrontati per mezzo della grande bilancia di Deleuil.

Le correzioni relative da applicare ai singoli pesi erano inferiori al centigrammo sicchè non se ne tenne conto, perchè ci bastava conoscere il peso dell' acqua a meno di un centigrammo.

Facemmo anche il confronto del chilogrammo della nostra pesiera (al quale si erano riferiti gli altri pesi) col chilogrammo campione fornitoci dal Ruepreckt il quale alla sua volta era stato confrontato dal compianto Prof. Pisati col chilogrammo in platino dell' ufficio centrale dei pesi e misure (1). Ma non tenemmo conto della differenza che era ben piccola, anche perchè nei nostri calcoli figura sempre il rapporto di due pesi e quindi il fattore di correzione viene a eliminarsi; l' importante era per noi di esser certi dello errore relativo dei nostri pesi e questo era, come abbiamo detto, inferiore agli errori compatibili con le nostre esperienze.

Diciamo ora del metodo tenuto nel calcolare le esperienze.

Per determinare gli equivalenti in acqua dei calorimetri e degli agitatori cominciammo dal determinare il calorico specifico della lastra e del filo metallico con cui furono costruiti: Facemmo questa determinazione fra le temperature di circa + 3° e + 35° adoprando una stufa ad etere più piccola ma simile a quella adoperata nelle esperienze con le palline: i valori da noi trovati furono: per l' ottone adoperato 0,09275, per il nichel adoperato 0,10493 (media di dieci determinazioni concordanti) (2).

Gli equivalenti in acqua dei termometri si potevano determinare con tutta esattezza, fino a un punto qualunque dell'asta, avendoci il costruttore indicato il peso del mercurio, il peso della bacchetta e del serbatoio, ed avendoci inoltre mandato, dietro nostra

(1) Questo confronto fu fatto, avendo noi in mira di riprendere la determinazione dell'equivalente meccanico del calore, col metodo già adoperato da uno di noi. (Bartoli, Nuovo Cimento T. VIII, Pisa 1880; ed Atti della R. Accademia dei Lincei, Vol. VIII pag. 67.

(2) Avendo preso come unità il calore specifico vero dell' acqua a + 15°.

richiesta, un campione dello stesso vetro col quale erano fabbricati i termometri, del quale noi determinammo il calorico specifico fra 10° e 35° e trovando il valore 0,1938 (Pel vetro dei termometri Baudin) (1).

Il peso dell' acqua ed il peso delle palline fu ridotto al vuoto. Le palline conservarono in generale lo stesso peso e si verificava di quando in quando che non avesse variato; soltanto le palline di piombo perdevano sensibilmente di peso e si dovevano ripesare ogni giorno distribuendo la diminuzione di peso fra le due esperienze fatte nella giornata: la diminuzione era di circa $0,^{\text{gram.}}030$ in ciascuna esperienza sopra un peso di piombo di 1600 grammi (circa) ossia di $\frac{1}{54000}$ del peso totale.

In tutte le esperienze abbiamo cercato che la temperatura iniziale dell'acqua del calorimetro fosse uguale a quella dell'ambiente e dell' acqua del recinto che circondava il calorimetro: la cosa era un po' incomoda per le temperature prossime a zero e per quelle superiori a 30°, ma era facile per le altre. Per le esperienze a temperature prossime a 0° si scelsero le giornate più fredde dell'inverno, quando la temperatura esterna discendeva sotto zero e lasciando aperte nella notte le finestre della sala si poteva, nelle prime ore della mattina, avere la stanza a + 1° e anche più fredda: le esperienze alle alte temperature si fecero nei giorni più caldi del luglio e dell'agosto, nei quali, occorrendo, si accendeva talora anche un buon calorifero.

Così in generale non si ebbe da tener conto di variazioni di temperatura del calorimetro prima del mescuglio: quando però questa variava un poco, allora si notavano di minuto in minuto le temperature nei 10 minuti che precedevano l' istante del mescuglio.

La correzione pel raffreddamento del calorimetro durante la esperienza fu fatta così: 1° quando la temperatura rimaneva assolutamente costante prima di gettare le palline, si ammise che dall' istante del mescuglio fino a che si raggiungeva l' equilibrio di temperatura fra le palline e il liquido (ciò che succedeva dopo un minuto) il calorimetro si raffreddasse $\frac{2}{3}$ di quel che si raffreddava

(1) Pel mercurio dei termometri si accettò il numero 0,0333 per valore del calore specifico.

in un uguale intervallo di tempo successivo; e questo raffreddamento si deduceva osservando le temperature del calorimetro per altri 9 minuti dopo raggiunta la temperatura finale.

2° Quando la temperatura del calorimetro variava un poco avanti il mescuglio, (1) si è ammesso che durante l'esperienza la perdita di calore del calorimetro sia stata, nel primo terzo dell'intervallo di tempo, uguale a quella che era prima del mescuglio e per gli altri due terzi uguale a quella che era dopo raggiunta la temperatura finale.

Questa correzione fu sempre molto piccola: non superò quasi mai i sei o sette millesimi di grado e spessissimo oscillò fra 2 e 4 millesimi. (2)

La temperatura iniziale delle palline si è ammesso fosse uguale a quella del vapor d'acqua in ebullizione nella stufa e questa si deduceva dalla pressione atmosferica per mezzo delle tavole della tensione del vapor d'acqua di Regnault, ricalcolate dal Broch. (3)

Della costanza della temperatura ci assicuravamo con un termometro in contatto colle palline.

La temperatura avanti l'immersione era perfettamente costante: ad esempio il 9 gennaio 1884 ottenemmo (l'altezza barometrica essendo 758,98).

Termometro della stufa

Ore 9 10'	99, 962
15'	99, 963
20'	99, 961
25'	99, 963
30'	99, 962

(1) Quando la temperatura del calorimetro variava un poco avanti il mescuglio, ci siamo assicurati che nei venti minuti precedenti, le variazioni di temperature fossero proporzionali ai tempi.

(Si vedano le tavole numeriche in cui son riferiti tutti i dati delle nostre esperienze).

(2) Tutti i metodi proposti per questa correzione sono buoni, a condizione che la correzione risulti piccolissima. Se invece la correzione riesce grande, i diversi metodi dànno resultati discordanti; ma si trova sempre un numero troppo grande per la quantità di calore, quando il calorimetro tende molto a riscaldarsi, e troppo piccolo quando tende molto a raffreddarsi.

Questo argomento fu da noi studiato lungamente e i resultati sono esposti in una nota che fa seguito a questa memoria. (Bartoli e Stracciati — Sulle correzioni pel raffreddamento in termometria). Bullettino dell' Accademia Gioenia di Catania. Fascicolo XXVI.

Compara anche, Journal de Physique II, p. 345, 1873; X p. 46 e 80 (1881); Annales de Chimie et de Physique, 4ª serie, T. XI pag. 948; Lehrbuch der experimental Physik, von Wüllner II. s. 398.

(3) Broch, (*Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes.* I. A. 33. 1881).

Il termometro era letto col catetometro:

La colonna sporgeva un due centimetri onde evitare la evaporazione del mercurio già notata da diversi sperimentatori.

La riduzione della pressione al livello del mare e alla latitudine di 45° non la facemmo perchè non aveva influenza sensibile nelle nostre determinazioni (1).

Non fu fatta la correzione per la variazione di pressione esterna prodotta dall' innalzamento del livello dell' acqua nel calorimetro dopo la immersione delle palline, perchè piccolissima (e sempre inferiore ad un millesimo di grado) e che inoltre rimaneva costante in tutte le esperienze con uno stesso metallo.

Con ciascun metallo furon fatte da 200 a 400 determinazioni: dei valori trovati sperimentalmente e di tutti i dati che hanno servito al calcolo, diamo un saggio nelle tavole seguenti (IV a IX); l' ultima colonna intitolata *calore specifico* rappresenta il calore specifico del metallo fra 100° e la temperatura finale del calorimetro, avendo preso come unità, il calore specifico medio dell' acqua fra la temperatura iniziale e quella finale del calorimetro.

Seguono le tavole IV a IX le quali servono, più che molte parole, a dare un' idea chiara del metodo tenuto nei calcoli.

---

(1) A Firenze dove furon eseguite le esperienze coi metalli, la latitudine è 43° 47', l' altitudine (Gabinetto di Fisica Via S. Gallo, 2° piano) inferiore ad 80 metri.

Nella formola

$$g = g_{45}\,(1 - 0{,}00259 \cos 2\varphi)\,(1 - 0{,}000\,000\,196\,H)$$

data dal sig. Auwers (Behm. Geograph Iahrb 6, pag. 697, anno 1876) dove g_{45} esprime l' intensità della gravità a 45° di latitudine e al livello del mare, e g quella in una stazione alla latitudine φ all' altitudine H, ponendo $\varphi = 43°\ 47'$ $H = 80$ si ottiene

$$g = g_{45} \times 0{,}999\,875$$

perciò a Firenze, all' altitudine 80 metri, l' altezza barometrica 760^{mm} equivale a quella di 759, 905 alla latitudine di 45° ed all' altitudine zero.

Il punto di ebullizione dell' acqua a $759^{mm}{,}905$ normali è 99°, 996.

Compara Broch, Trav. et Mém. du Bureau Inter. de Poids et Mes. I, A. 33, 1881.

Segue Tavola IV a IX.

Tavola IV.

Numero d'ordine	Data	Nome del termometro calorimetrico	Peso dell' acqua ridotto al vuoto	Equivalente in acqua del calorimetro, agitatore e termometro	Peso delle palline	TEMPERATURE DEL CALO lette				
						iniziale	dopo 1'	dopo 2'	dopo 4'	dopo 6'
	1886									
5045	Aprile 29	D	117,51	4,19	118,37	16°,604	19°,092	19°,072	19°,028	18°,988
5046	Maggio 1	D	116,73	4,19	118,37	16,672	19,172	19,156	19,123	19,090
5048	» 2	D	116,85	4,19	118,37	16,384	18,892	18,876	18,845	18,814
5049	» »	D	117,26	4,19	118,37	16,516	19,018	19,006	18,978	18,950
5050	» 3	D	119,21	4,19	118,37	16,488	18,968	18,952	18,916	18,882
5051	» 4	D	117,65	4,19	118,37	16,584	19,072	19,054	19,014	18,976

(1) Cioè, ridotte al termometro ad azoto.

PLATINO

RIMETRO			Barometro ridotto a zero	Temperatura iniziale delle palline	Correzione pel raffreddamento dovuto al raggiamento	Correzione per la colonna del termometro non immersa	Aumento di temperatura del calorimetro	Raffreddamento delle palline	Calorico specifico del platino
	corrette (1)								
dopo 10′	iniziale	finale							
18°,904	16°,5670	19°,0520	733,8	99°,02	+ 0,0139	+ 0,0071	2°,5060	79°,9470	0,032229
19,024	16,6250	19,1320	731,3	98,93	+ 0,0110	+ 0,0071	2,5251	79,7799	0,032333
18,752	16,3460	18,8489	730,5	98,90	+ 0,0104	+ 0,0070	2,5203	80,0337	0,032202
18,892	16,4790	18,9780	730,4	98,90	+ 0,0093	+ 0,0070	2,5153	79,9057	0,032298
18,812	16,4509	18,9270	735,9	99,10	+ 0,0115	+ 0,0069	2,4945	80,1546	0,032442
18,900	16,5470	19,0320	736,0	99,11	+ 0,0127	+ 0,0070	2,5047	80,0583	0,032204

Tavola V. — RAME

Numero d'ordine	Data	Nome del termometro calorimetrico	Posizione dello zero	Termometro immerso fino a	Temperatura dell'aria	Peso dell' acqua ridotto al vuoto	Equivalente in acqua del calorimetro agitatore e termometro	Peso dello pallino	TEMPERATURA avanti 10'	5'	2'	iniziale
	1885											
2416	Marzo 6	E	— 0°,040	8°,0	15°,0	7107,25	92,87	2831,62	costante			14°,260
2417	„ 7	E	— 0, 040	8,0	14,5	7136,07	92,87	2831,62	„			14,065
2418	„ „	E	— 0, 040	8,0	15,0	7143,25	92,87	2831,62	„			14,104
2419	„ „	E	— 0, 040	8,0	15,0	7131,89	92,87	2831,62	„			14,352
2421	„ 8	E	— 0, 040	8,0	15,0	7116,79	92,87	2831,62	„			14,188
2423	„ 9	E	— 0, 040	8,0	15,0	7145,35	92,87	2831,62	„			14,012
2424	„ „	E	— 0, 040	8,0	16,0	7120,10	92,87	2831,62	„			14,338
2426	„ 10	E	— 0, 040	8,0	15,0	7124,63	92,87	2831,62	„			14,200
2428	„ 11	E	— 0, 040	8,0	14,0	7156,27	92,87	2831,62	„			14,088
2461	„ 30	E	— 0, 041	8,0	15,5	7140,12	92,87	2831,61	14°,220	14,225	14,228	14,230
2462	„ „	E	— 0, 041	8,0	16,0	7139,77	92,87	2831,61	14,088	14,094	14,098	14,100
	1885											
2537	Luglio 3	S	+ 0, 100	24°,1	29°,5	6667,94	92,82	2831,52	29°,788	29°,784	29°,781	29°,780
2538	„ „	S	+ 0, 100	24,0	30,0	6735,87	92,79	2831,52	29,920	29,912	29,908	29,904
2550	„ 8	S	+ 0, 100	24,1	30,0	7008,84	92,82	2831,50	29,750	29,745	29,742	29,740
2551	„ „	S	+ 0, 100	24,1	30,2	7101,26	92,82	2831,50	29,976	29,968	29,963	29,960
2554	„ 9	S	+ 0, 100	24,1	29,7	6823,35	92,82	2831,50	29,456	29,446	29,440	29,436
2557	„ 10	S	+ 0, 100	24,1	30,0	6885,65	92,82	2831,50	29,960	29,950	29,944	29,940
2559	„ „	S	+ 0, 100	24,1	31,2	7067,35	92,82	2831,50	29,940	29,944	29,947	29,948
2563	„ 13	S	+ 0, 101	24,0	29,3	7125,38	92,79	2831,50	29,860	29,851	29,846	29,842
2564	„ „	S	+ 0, 101	24,0	29,6	7209,74	92,79	2831,50	29,900	29,895	29,891	29,890
2561	„ 11	S	+ 0, 101	24,1	30,6	6968,45	92,82	2831,50	30,170	30,156	30,146	30,140

(1) Cioè, ridotte al termometro ad azoto.

Palline grandi

DEL CALORIMETRO dopo 1′	3′	5′	7′	10′	corrette (1) iniziale	finale	Barometro ridotto a zero	Temperatura iniziale delle palline	Correzione pel raffreddamento dovuto al raggiamento	Correzione per la colonna del termometro non immersa avanti	dopo	Aumento di temperatura del calorimetro	Raffreddamento delle palline	Calorico specifico del rame
17°,268	17°,260	17°,252	17°,240	17°,232	14°,2530	17°,2568	747, 02	99°,52	+0,0027	−0,0007	+0,0029	3°,0101	82°,2576	0,093049
17, 076	17, 068	17, 059	17, 050	17, 030	14, 0590	17, 0695	755, 19	99, 82	+0,0034	−0,0004	+0,0032	3, 0175	82, 7473	0,093096
17, 114	17, 104	17, 096	17, 086	17, 076	14, 0980	17, 1064	754, 82	99, 81	+0,0029	−0,0007	+0,0027	3, 0147	82, 6980	0,093158
17, 360	17, 352	17, 344	17, 338	17, 328	14, 3450	17, 3470	756, 46	99, 87	+0,0024	−0,0005	+0,0031	3, 0080	82, 5175	0,093008
17, 208	17, 200	17, 192	17, 184	17, 174	14, 1817	17, 1980	758, 59	99, 95	+0,0025	−0,0007	+0,0029	3, 0224	82, 7466	0,093000
17, 020	17, 011	17, 004	16, 996	16, 984	14, 0060	17, 0156	754, 72	99, 81	+0,0027	−0,0008	+0,0026	3, 0157	82, 7891	0,093115
17, 348	17, 341	17, 336	17, 330	17, 320	14, 3310	17, 3353	753, 56	99, 76	+0,0021	−0,0015	+0,0017	3, 0096	82, 4209	0,093014
17, 208	17, 201	17, 193	17, 186	17, 176	14, 1936	17, 1980	753, 10	99, 75	+0,0024	−0,0007	+0,0029	3, 0101	82, 5467	0,092946
17, 090	17, 081	17, 072	17, 062	17, 050	14, 0820	17, 0868	756, 54	99, 87	+0,0033	+0,0001	+0,0040	3, 0120	82, 7759	0,093154
17, 236	17, 229	17, 224	17, 218	17, 208	14, 2233	17, 2255	754, 12	99, 78	+0,0018	−0,0011	+0,0022	3, 0073	82, 5505	0,093055
17, 108	17, 101	17, 096	17, 089	17, 080	14, 0940	17, 1006	754, 59	99, 80	+0,0017	−0,0016	+0,0014	3, 0113	82, 6963	0,093010
32°,426	32°,412	32°,400	32°,384	32°,362	29°,6050	32°,2490	761, 75	100°,06	+0,0050	+0,0001	+0,0031	2°,6520	67°,8029	0,093391
32, 524	32, 510	32, 496	32, 484	32, 460	29, 7290	32, 3468	761, 47	100, 05	+0,0052	−0,0002	+0,0028	2, 6260	67, 6952	0,093552
32, 264	32, 248	32, 234	32, 218	32, 198	29, 5650	32, 0880	758, 71	99, 95	+0,0052	−0,0003	+0,0023	2, 5308	67, 8545	0,093545
32, 442	32, 430	32, 416	32, 400	32, 380	29, 7850	32, 2650	757, 86	99, 92	+0,0051	−0,0003	+0,0023	2, 4877	67, 6476	0,093433
32, 040	32, 024	32, 006	32, 990	31, 968	29, 2620	31, 8640	758, 18	99, 93	+0,0060	−0,0003	+0,0023	2, 6106	68, 0577	0,093694
32, 500	32, 484	32, 470	32, 456	32, 434	29, 7650	32, 3230	757, 44	99, 91	+0,0056	−0,0002	+0,0027	2, 5665	67, 5787	0,093600
32, 448	32, 438	32, 426	32, 416	32, 400	29, 7730	32, 2710	756, 12	99, 86	+0,0032	−0,0011	+0,0013	2, 5036	67, 5845	0,093675
32, 322	32, 308	32, 294	32, 280	32, 260	29, 6670	32, 1458	756, 55	99, 87	+0,0052	−0,0002	+0,0033	2, 4875	67, 7157	0,093645
32, 340	32, 326	32, 314	32, 300	32, 280	29, 7150	32, 1636	755, 22	99, 82	+0,0047	+0,0001	+0,0030	2, 4562	67, 6487	0,093640
32, 660	32, 644	32, 628	32, 612	32, 588	29, 9640	32, 4820	756, 69	99, 88	+0,0063	−0,0006	+0,0027	2, 5276	67, 3890	0,093537

Tavola VI. — RAME

Numero d'ordine	Data	Nome del termometro calorimetrico	Peso dell' acqua ridotto al voto	Equivalente in acqua del calorimetro, agitatore e termometro	Peso delle palline	TEMPERATURE DEL CALO lette			
						iniziale	dopo 1′	dopo 5′	dopo 10′
	1883								
385	Aprile 24	D	957,39	13,18	378,91	12°,480	15°,516	15,468	15,404
386	» »	D	947,43	13,18	378,91	12,600	15,672	15,624	15,564
387	» »	D	956,55	13,18	378,91	12,440	15,488	15,440	15,380
391	» 25	D	946,23	13,18	378,91	12,392	15,472	15,428	15,376
392	» »	D	950,98	13,18	378,91	12,828	15,882	15,834	15,768
393	» »	D	946,33	13,18	378,91	12,900	15,962	15,914	15,856
399	» 27	D	956,54	13,18	378,91	12,656	15,708	15,672	15,628
400	» »	D	953,96	13,18	378,91	12,920	15,982	15,946	15,900

(1) Cioè ridotte al termometro ad azoto.

Tavola VII.

	1883								
1195	Settembre 12	F	1943,19	25,51	1593,65	24°,540	26°,360	26°,324	26°,276
1200	» 13	G	1911,51	25,44	1593,19	24,510	26,362	26,320	26,270
1209	» 14	G	1945,84	25,44	1593,19	24,396	26,210	26,174	26,126
1210	» »	G	1933,23	25,44	1593,19	24,218	26,046	26,002	25,952
1212	» 15	G	1979,98	25,44	1593,19	24,006	25,810	25,774	25,728
1213	» »	G	1980,83	25,44	1593,19	24,138	25,936	25,893	25,840
1218	» 16	G	1946,34	25,44	1593,19	24,444	26,274	26,232	26,182

palline piccole (dorate)

RIMETRO corrette (1) iniziale	finale	Barometro ridotto a zero	Temperatura iniziale delle palline	Correzione pel raffredamento dovuto al raggiamento	Correzione per la colonna del termometro non immersa	Aumento di temperatura del calorimetro	Raffredamento delle palline	Calorico specifico
12°,4412	15°,4778	746,33	99°,50	+ 0,0083	+ 0,0067	3°,0516	84,0072	0,093141
12,5610	15,6330	746,73	99,51	+ 0,0080	+ 0,0069	3,0869	83,8621	0,093316
12,4016	15,4500	747,13	99,52	+ 0,0080	+ 0,0067	3,0631	84,0553	0,093261
12,3540	15,4340	752,45	99,72	+ 0,0071	+ 0,0068	3,0939	84,2721	0,092957
12,7880	15,8422	752,60	99,73	+ 0,0084	+ 0,0069	3,0695	83,8725	0,093122
12,8600	15,9220	753,22	99,74	+ 0,0079	+ 0,0070	3,0769	83,8031	0,092973
12,6164	15,6690	753,27	99,75	+ 0,0059	+ 0,0069	3,0654	84,0682	0,093316
12,8798	15,9420	752,52	99,72	+ 0,0061	+ 0,0070	3,0631	83,7649	0,093334

PIOMBO

24°,4770	26°,2980	757,74	99,92	+ 0,0062	+ 0,0068	1°,8340	73°,6090	0,030779
24,4500	26,2980	757,06	99,89	+ 0,0068	+ 0,0069	1,8617	73,5783	0,030762
24,3360	26,1469	755,81	99,85	+ 0,0062	+ 0,0068	1,8239	73,6901	0,030625
24,1580	25,9830	755,51	99,83	+ 0,0070	+ 0,0068	1,8388	73,8332	0,030618
23,9450	25,7470	756,51	99,87	+ 0,0061	+ 0,0066	1,8147	74,1103	0,030822
24,0774	25,8730	756,26	99,86	+ 0,0071	+ 0,0066	1,8093	73,9733	0,030801
24,3840	26,2103	760,56	100,02	+ 0,0068	+ 0,0067	1,8398	73,7962	0,030855

Tavola VIII.

Numero d'ordine	Data	Nome del termometro calorimetrico	Peso dell'acqua ridotto al vuoto	Equivalente in acqua del calorimetro, agitatore e termometro	Peso delle palline	TEMPERATURE DEL CALO lette			
						iniziale	dopo 1'	dopo 5'	dopo 10'
	1883								
293	Aprile 6	D	497,57	10,44	256,21	13°,234	15,588	15,545	15,492
371	» 22	D	498,38	10,44	256,21	13,572	15,898	15,863	15,820
372	» »	D	498,36	10,44	256,21	13,614	15,940	15,904	15,860
373	» »	D	498,22	10,44	256,21	13,800	16,120	16,080	16,028
375	» »	D	497,43	10,44	256,21	14,002	16,320	16,282	16,240
	1883								
469	Maggio 20	F	496,32	10,49	256,21	19°,480	21°,674	21,650	21,620
480	» 21	F	496,29	10,49	256,21	19,874	22,056	22,022	21,984
481	» »	F	496,07	10,49	256,21	19,896	22,080	22,048	22,010
490	» 22	F	497,39	10,49	256,21	19,400	21,600	21,580	21,556
539	» 29	F	497,25	10,49	256,21	19,326	21,520	21,476	21,424
540	» »	F	497,62	10,49	256,21	19,840	22,020	21,980	21,928
541	» »	F	498,09	10,49	256,21	19,500	21,696	21,660	21,616
546	» 31	F	496,98	10,49	256,21	19,448	21,640	21,604	21,550

(1) Cioè ridotte al termometro ad azoto.

STAGNO

RIMETRO corrette (1) iniziale	finale	Barometro ridotto a zero	Temperatura iniziale delle palline	Correzione pel raffreddamento dovuto al raggiamento	Correzione per la colonna del termometro non immersa	Aumento di temperatura del calorimetro	Raffreddamento delle palline	Calorico specifico dello stagno
13°,1930	15°,5500	760,48	100,02	+ 0,0071	+ 0,0053	2°,3694	84°,4576	0,055625
13,5320	15,8580	750,60	99,65	+ 0,0058	+ 0,0053	2,3371	83,7789	0,055399
13,5741	15,9000	749,96	99,63	+ 0,0059	+ 0,0053	2,3371	83,7188	0,055437
13,7610	16,0810	749,21	99,60	+ 0,0068	+ 0,0053	2,3321	83,5069	0,055444
13,9640	16,2820	749,26	99,60	+ 0,0059	+ 0,0054	2,3293	83,3067	0,055424
19°,4500	21°,6360	747,74	99,55	+ 0,0040	+ 0,0067	2°,1967	77°,9033	0,055780
19,8440	22,0144	756,47	99,87	+ 0,0053	+ 0,0069	2,1826	77,8434	0,055459
19,8660	22,0382	756,69	99,88	+ 0,0052	+ 0,0069	2,1843	77,8349	0,055484
19,3700	21,5620	759,79	99,99	+ 0,0033	+ 0,0068	2,2021	78,4179	0,055666
19,2960	21,4828	760,53	100,02	+ 0,0071	+ 0,0068	2,2007	78,5233	0,055541
19,8100	21,9788	760,22	100,01	+ 0,0068	+ 0,0069	2,1825	78,0175	0,055479
19,4700	21,6580	760,05	100,00	+ 0,0059	+ 0,0068	2,2007	78,3293	0,055772
19,4180	21,6020	755,96	99,85	+ 0,0067	+ 0,0068	2,1965	78,2345	0,055610

Tavola IX.

Numero d'ordine	Data	Nome del termometro calorimetrico	Peso dell'acqua ridotto al vuoto	Equivalente in acqua del calorimetro, agitatore e termometro	Peso delle palline	TEMPERATURE DEL CALO lette			
						iniziale	dopo 1'	dopo 5'	dopo 10'
	1883								
1242	Settembre 20	G	499,31	10,50	253,21	20°,322	22°,490	22°,446	22°,394
1286	» 29	G	496,90	10,50	253,21	20,142	22,310	22,268	22,234
1288	» »	G	496,35	10,50	253,21	20,922	23,066	23,024	22,974
1290	» 30	G	496,40	10,50	253,21	20,086	22,258	22,218	22,168
1291	» »	G	496,75	10,50	253,21	20,162	22,326	22,290	22,246
1320	Ottobre 7	G	497,70	10,50	253,21	20,258	22,430	22,384	22,324
1321	» »	G	496,85	10,50	253,21	20,006	22,182	22,142	22,090
1322	» »	G	497,67	10,50	253,21	20,560	22,724	22,682	22,630

(1) Cioè ridotte al termometro ad azoto.

ARGENTO

RIMETRO corrette (1) iniziale	finale	Barometro ridotto a zero	Temperatura iniziale delle palline	Correzione pel raffreddamento dovuto al raggiamento	Correzione per la colonna del termometro non immersa	Aumento di temperatura del calorimetro	Raffreddamento delle palline	Calorico specifico dell' argento
20°,2812	22°,4411	757,38	99°,90	+ 0,0071	+ 0,0070	2°,1740	77°,4448	0,056520
20,1010	22,2629	748,94	99,59	+ 0,0056	+ 0,0069	2,1744	77,3146	0,056356
20,8820	23,0203	747,99	99,55	+ 0,0068	+ 0,0070	2,1521	76,5159	0,056300
20,0449	22,2110	747,58	99,54	+ 0,0067	+ 0,0069	2,1797	77,3154	0,056438
20,1210	22,2787	747,03	99,52	+ 0,0067	+ 0,0069	2,1713	77,2277	0,056323
20,2170	22,3817	761,65	100,06	+ 0,0078	+ 0,0070	2,1795	77,6635	0,056323
19,9640	22,1352	761,63	100,06	+ 0,0068	+ 0,0069	2,1849	77,9111	0,056189
20,5200	22,6738	762,00	100,07	+ 0,0070	+ 0,0070	2,1678	77,3822	0,056221

Da questi valori del calore specifico delle palline abbiamo dedotto il calore specifico dell' acqua, tenendo conto della variazione del calore specifico del metallo col variare della temperatura, nel modo seguente.

Siano T e t la temperatura finale e l' iniziale del calorimetro (dopo fatte tutte le correzioni), P il peso dell' acqua, p il peso delle palline, $C_{T,t}$ il calore specifico dell' acqua fra t^o e T^o (riferito ad una unità arbitraria, per es. al calore specifico vero a 15°) e $M_{100,T}$ il calore specifico del metallo (riferito alla stessa unità) fra 100° e T^o; si avrà evidentemente

$$M_{100,T}\,(100 - T)\,p = C_{T,t}\,(T - t)\,P$$

e il calore specifico del metallo, $m_{100,T}$, registrato nelle tavole precedenti è stato calcolato, come si è detto, prendendo per unità, in ciascuna esperienza, il calorico specifico dell' acqua del calorimetro, cioè con la equazione

$$m_{100,T}\,(100 - T)\,p = (T - t)\,P$$

la quale combinata con la precedente dà

$$C_{T,t} = \frac{M_{100,T}}{m_{100,T}}$$

sicchè la determinazione di $C_{T,t}$ era ridotta a quella di $M_{100,T}$.

Per questo calcolo noi abbiamo ricorso alle formule seguenti:

Pel platino, secondo Violle (1)

$$q = 0{,}0317\ T + 0{,}000\ 006\ T^2$$

pel rame, secondo Naccari (2)

$$q = 0{,}92\ 455\ (T - 17^o) + 10{,}629 \times 10^{-6}\ (T - 17)^2$$

per lo stagno (secondo le nostre determinazioni)

$$q = 0{,}0556\ T + 0{,}000\ 012\ T^2$$

(1) Violle, *Comptes Rendus*, t. LXXXV pag. 543; 1877.

(2) Naccari, *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino*, vol. XXIII, Dicembre 1889 e Nuovo Cimento, 1890.

per l' argento, secondo Naccari (1)

$$q = 0{,}054\ 984\ (T - 23) + 10{,}076 \times 10^{-6}\ (T - 23)^2$$

per il piombo, secondo Naccari (1)

$$q = 0{,}029\ 93\ (T - 15) + 6{,}7923 \times 10^{-6}\ (T - 15)^2$$

dove q indica la quantità totale di calore, riferita all' unità di peso; ed abbiamo accettato per coefficiente di variazione del calorico specifico quello trovato da noi e dai citati sperimentatori per gli stessi metalli, ossia abbiamo ammesso che i calorici specifici del platino, argento, rame etc. da noi adoprati fossero proporzionali ai calorici specifici del platino, argento, rame, etc. studiati da Violle e da Naccari, fra due temperature qualunque comprese fra 0° e 100°. (2) Così si poteva avere all' infuori di una costante, diversa da un metallo all' altro, il valore di $M_{100,T}$ pei metalli da noi adoprati e quindi il valore di $C_{T,t}$ moltiplicato per la stessa costante, la quale fu determinata come poi vedremo, in modo da rendere uguale a 1 il calore specifico vero dell' acqua a 15° (3).

Per fare questi calcoli non si adoprarono separatamente i resultati di ogni singola esperienza, ma credemmo conveniente di aggruppare quelle per le quali le temperature iniziali e finali del calorimetro differivano di poco, e di adoprare le medie dei valori di t, T e $m_{100,T}$. Così si ottennero, per ogni metallo, da 16 a 30 gruppi, ciascheduno composto di 8 a 15 esperienze. Tutti questi valori che ne hanno servito per il calcolo sono riuniti nelle tavole seguenti:

---

(1) Naccari. *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino*, Vol. XXIII, Dicembre 1889 e Nuovo Cimento, 1890.

(2) I metalli da noi impiegati erano abbastanza puri e ci sembra lecito ammettere che si comportassero come quelli impiegati dal Violle e dal Naccari — Per lo stagno le misure furon fatte sulle stesse palline da noi adoperate — Del resto, le correzioni per la variazione del calore specifico col variare della temperatura, non portano che piccola differenza nel resultato finale.

(3) Per calcolare $\alpha M_{100,T}$ si deduce facilmente la formola

$$\alpha M_{100,T} = a + b\ (100 + T)$$

Infatti

$$\alpha M_{100,t} = \frac{q_{100} - q_T}{100 - T} = \frac{a\,.\,100 + b\,.\,100^2 - aT - bT^2}{100 - T}$$

$$= a\,\frac{100 - T}{100 - T} + b\,\frac{100^2 - T^2}{100 - T} = a + b\,(100 + T)$$

Tavola X. — PLATINO

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
5019	Ω	1°,8456	4°,7910	0, 031898
5020	Ω	1, 9140	4, 8590	31913
5021	Ω	2, 0945	5, 0088	31952
5022	Ω	2, 5809	5, 5270	31945
5023	Ω	2, 0500	5, 0108	31900
5024	Ω	2, 6930	5, 6090	32088
Media		2, 1963	5, 1342	0, 031949
5012	Ω	4°,7296	7°,6340	0, 031973
5013	Ω	4, 7098	7, 5860	31955
5016	Ω	4, 2620	7, 1474	31965
5017	Ω	3, 9580	6, 8280	32071
5027	Ω	3, 8346	6, 7167	31911
Media		4, 2988	7, 1824	0, 031975
5001	Ω	6°,3150	9°,0630	0, 031934
5003	Ω	6, 5290	9, 2992	31999
5011	Ω	6, 4810	9, 2911	32162
5014	Ω	6, 2610	9, 0270	32087
5015	Ω	6, 1330	8, 9390	32066
5025	Ω	5, 9290	8, 7190	32035
5026	Ω	6, 3110	9, 0630	31910
Media		6, 2798	9, 0573	0, 032028
5005	D	8°,7100	11°,4581	0, 032044
5007	D	8, 8720	11, 6175	32183
5008	D	8, 1140	10, 8680	32185
5009	D	8, 0175	10, 7690	32184
5010	D	8, 1020	10, 8960	32217
Media		8, 3631	11, 1217	0, 032163
5029	D	10°,9240	13°,5480	0, 032254
5030	D	10, 8600	13, 4920	32144
5031	D	10, 9600	13, 6206	32326
5032	D	10, 9760	13, 6448	32254
5033	D	10, 4610	13, 1550	32190
5034	D	10, 5810	13, 2510	32150
5035	D	10, 8400	13, 4960	32112
5036	D	10, 9560	13, 6529	32291
Media		10, 8197	13, 4825	0, 032215
5037	D	12°,3340	14°,9373	0, 032154
5039	D	12, 4293	15, 0610	32231
5040	D	12, 6363	15, 2511	32253
5042	D	12, 4950	15, 0927	32285
5043	D	12, 3260	14, 9333	32178
Media		12, 4441	15, 0551	0, 032220
5044	D	14°,6120	17°,1283	0, 032298
5053	D	14, 3589	16, 8848	32229
5055	D	14, 7300	17, 2412	32284
5056	D	14, 7260	17, 2491	32325
5057	D	14, 3690	16, 8709	32958
5059	D	14, 7180	17, 2689	32393
Media		14, 5856	17, 1072	0, 032218
5045	D	16°,5670	19°,0520	0, 032229
5046	D	16, 6250	19, 1320	32333
5048	D	16, 3460	18, 8489	32202
5049	D	16, 4790	18, 9780	32298
5050	D	16, 4509	18, 9270	32442
5051	D	16, 5470	19, 0320	32204
Media		16, 5025	18, 9950	0, 032285
5060	F	18°,7512	21°,1898	0, 032260
5061	F	18, 5275	20, 9492	32229
5062	F	18, 9800	21, 4274	32363
5072	F	18, 3446	20, 7920	32246
5073	F	18, 4211	20, 8480	32289
5074	F	18, 3172	20, 7284	32191
5075	F	18, 4074	20, 8200	32116
Media		18, 5356	20, 9649	0, 032242
5063	F	20°,7442	23°,0757	0, 032121
5064	F	20, 5660	22, 9292	32187
5065	F	20, 4080	22, 7767	32099
5067	F	20, 4900	22, 8579	32170
5068	F	20, 5700	22, 9094	32111
5069	F	20, 2780	22, 6401	32214
5070	F	20, 3780	22, 7312	32197
Media		20, 4906	22, 8457	0, 032161

Segue Tavola X.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
5076	F	22°,1966	24°,4810	0, 032162
5077	F	22, 3728	24, 6570	32240
5078	F	22, 4302	24, 6990	32215
5079	F	22, 3154	24, 5810	32911
5080	F	22, 2758	24, 5530	32111
5082	F	22, 3095	24, 5930	32137
5084	F	22' 6520	24, 9210	32188
Media		22, 3646	24, 6407	0, 032138
5085	F	24°,4370	26°,6578	0, 032163
5088	F	24, 5570	26, 7730	32031
5089	F	24, 4910	26, 7152	32119
5090	F	24, 2340	26, 4620	32008
5091	F	24, 4890	26, 7152	32063
5092	F	24, 4770	26, 6974	32165
5093	F	24, 5370	26, 7630	32106
Media		24, 4603	26, 6834	0, 032094
5094	F	26°,3180	28°,4820	0, 032098
5095	F	26, 4380	28, 5967	32050
5097	F	26°,2380	28,°4300	0, 032329
5099	F	26, 4840	28, 6550	32149
5100	F	26, 4780	28, 6390	32118
Media		26, 3912	28, 5605	0, 032149
5101	Q	28°,3890	30°,4909	0, 032180
5102	Q	28, 2750	30, 3820	32202
5104	Q	28, 4090	30, 5130	32162
5105	Q	28, 3690	30, 4747	32177
5106	Q	28, 5890	30, 6870	32121
Media		28, 4062	30, 5095	0, 032168
5109	Q	30°,3280	32°,3650	0, 032288
5111	Q	30, 0910	32, 1384	32188
5112	Q	29, 9670	32, 0100	32183
5113	Q	30, 0710	32, 0980	32053
5114	Q	30, 0870	32, 1364	32230
Media		30, 1088	32, 1496	0, 032188

Tavola XI. — RAME palline grandi

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
2439	U	0°,6034	4°,1430	0, 092529
2453	U	0, 5204	3, 9990	092361
2455	U	0, 5993	4, 0570	092498
2456	U	0, 6156	4, 0870	092474
Media		0, 5847	4, 0715	0, 092466
2440	U	1°,1810	4°,7180	0, 092440
2442	U	1, 8062	5, 1470	92424
2443	U	1, 6422	5, 0590	92452
2454	U	1, 3850	4, 8660	92355
2458	U	1, 1130	4, 5780	92410
2460	U	1, 5669	4, 9740	92467
Media		1, 4490	4, 8903	0, 092425
2365	U	2°,6566	6°,0580	0, 092321
2375	U	2, 3328	5, 7590	92319
2441	U	2, 7859	6, 1420	92368
2445	U	2, 3083	5, 7090	92476
2446	U	1, 9033	5, 3192	92483
2447	U	2, 7273	6, 1640	92340
2448	U	2, 4819	5, 8386	92357
Media		2, 4566	5, 8557	0, 092380
2376	U	3°,1556	6°,5620	0, 092304
2438	U	3, 0960	6, 4690	92289
2449	U	3, 8180	7, 1515	92409
2373	U	3, 9195	7, 3198	92400
Media		3, 5048	6, 8756	0, 092351
2367	U	4°,0190	7°,3812	0, 092281
2368	U	4, 0650	7, 4267	92266
2369	U	4, 2850	7, 6455	92402
2471	U	4, 0120	7, 3841	92389
2372	U	4, 3535	7, 6950	92183
2374	U	4, 1390	7, 5060	92285
2377	U	4, 2310	7, 5890	92451
2387	U	4, 2030	7, 5880	92423
Media		4, 1634	7, 5269	0, 092335

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
2381	T	5°,6668	8°,9520	0, 092395
2382	T	5, 7390	9, 0320	92381
2384	T	5, 6830	8, 9820	92397
2385	T	5, 8590	9, 1910	92245
Media		5, 7369	9, 0392	0, 092355
2379	T	6°,0414	9°,3110	0, 092338
2386	T	6, 3918	9, 6780	92406
2390	T	6, 0375	9, 3310	92431
2391	T	6, 4512	9, 7480	92298
2436	T	6, 2047	9, 4800	92483
Media		6, 2253	9, 5096	0, 092391
2348	T	8°,5168	11°,7430	0, 092756
2350	T	8, 3276	11, 5743	92773
2351	T	8, 4144	11, 6389	92781
2352	T	8, 4481	11, 6830	92636
2353	T	8, 4204	11, 6349	92743
2354	T	8, 7817	11, 9854	92777
2355	T	8, 7500	11, 9570	92604
2356	T	8, 6807	11, 8763	92706
2357	T	8, 7302	11, 9167	92596
2358	T	8, 7263	11, 9369	92830
2359	T	8, 5325	11, 7430	92668
2360	T	8, 8926	12, 0985	92685
2361	T	8, 9005	12, 1066	92794
2362	T	8, 9203	12, 1187	92822
2363	T	8, 6136	11, 8197	92610
Media		8, 6437	11, 8555	0, 092719
2393	E	9°,9130	13°,0940	0, 092781
2396	E	9, 9560	13, 1440	92886
2401	E	9, 9892	13, 1610	92743
2402	E	9, 9892	13, 1500	92924
2403	E	9, 7890	12, 9640	92796
2404	E	9, 6970	12, 8640	92803
2406	E	9, 7570	12, 9340	92809
Media		9, 8701	13, 0444	0, 092820

Segue Tavola XI.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
2392	E	10°,3910	13°,5640	0, 092749
2398	E	10, 1100	13, 2740	92916
2399	E	10, 1100	13, 3000	92886
2400	E	10, 6599	13, 8020	92828
2405	E	10, 1300	13, 2690	92899
2407	E	10, 1500	13, 3240	92892
2408	E	10, 2640	13, 4740	92873
2409	E	10, 0458	13, 2420	92758
2410	E	10, 3306	13, 5120	92850
2411	E	10, 0780	13, 2420	92905
2412	E	10, 1100	13, 2860	92835
2413	E	10, 9010	14, 0280	92976
2429	E	10, 1700	13, 3480	92860
2430	E	10, 0296	13, 2040	92899
2431	E	10, 3064	13, 4420	92734
2432	E	10, 2270	13, 3890	92773
2433	E	10, 1780	13, 3200	92800
2434	E	10, 1340	13, 2700	92922
2435	E	10, 2862	13, 4260	92724
Media		10, 2427	13, 4587	0, 092846
2414	E	13°,6740	16°,7006	0, 093113
2415	E	13, 8640	16, 8600	92989
2420	E	13, 8890	16, 9266	92931
2422	E	13, 9140	16, 9256	92948
2425	E	13, 9100	16, 9345	93077
2427	E	13, 8840	16, 8816	93010
2452	E	13, 8620	16, 8184	93104
Media		13, 8567	16, 8639	0, 093025
2416	E	14°,2530	17°,2568	0, 093049
2417	E	14, 0590	17, 0695	93096
2418	E	14, 0980	17, 1064	93158
2419	E	14, 3450	17, 3470	93008
2421	E	14, 1817	17, 1980	93000
2423	E	14, 0060	17, 0156	93115
2424	E	14, 3310	17, 3353	93014
2426	E	14, 1936	17, 1980	92946
2428	E	14, 0820	17, 0868	93154
2461	E	14, 2233	17, 2255	93055
2462	E	14, 0940	17, 1006	93010
Media		14, 1697	17, 1763	0, 093055
2335	E	16°,2876	19°,2400	0, 092910
2336	E	16, 1632	19, 1000	92943
2337	E	16, 3244	19, 2720	92900
2339	E	16, 1448	19, 0800	92997
2340	E	16°,1771	19°,1240	0, 092978
2342	E	16, 2142	19, 1600	92818
2343	E	16, 2897	19, 2320	92866
2344	E	16, 3909	19, 3400	92945
2345	E	16, 0857	19, 0600	93115
2346	E	16, 2387	19, 2040	92988
2347	E	16, 1367	19, 1040	93012
Media		16, 2230	19, 1742	0, 092952
2464	G	18°,7976	21°,6025	0, 092888
2467	G	18, 5709	21, 5095	93159
2466	G	18, 2036	21, 1190	93048
2468	G	18, 5897	21, 5451	93139
2469	G	18, 6194	21, 5451	93268
2470	G	18, 5145	21, 4600	93048
2473	G	18, 4630	21, 4360	93038
2474	G	18, 8870	21, 8273	93207
2475	G	18, 7164	21, 7140	93124
2476	G	18, 7184	21, 6263	93151
2477	G	18, 5699	21, 5095	93082
2478	G	18, 5360	21, 5263	93100
2479	G	18, 5976	21, 4976	93112
2480	G	18, 7620	21, 6960	92985
2481	G	18, 6511	21, 5293	93052
2482	G	18, 5798	21, 5006	93027
Media		18, 6111	21, 5402	0, 093089
2318	G	20°,8460	23°,6459	0, 093106
2319	G	20, 6920	23, 5024	93408
2320	G	20, 4200	23, 2450	93402
2322	G	20, 5460	23, 3044	93240
2323	G	20, 5400	23, 3004	93321
2325	G	20, 8220	23, 6204	93155
2326	G	20, 7220	23, 5182	93197
2327	G	20, 7260	23, 5064	93091
2328	G	20, 5760	23, 3737	93049
2330	G	20, 5680	23, 3796	93374
2332	G	20, 4800	23, 2945	93410
Media		20, 6307	23, 4264	0, 093250
2496	G	21°,8750	24°,6950	0, 093421
2502	G	21, 6720	24, 5915	93190
2505	G	21, 8194	24, 6990	93134
2506	G	21, 6520	24, 5000	93403
2485	G	21, 9788	25, 7469	93248
2486	G	21, 9827	24, 8720	93233
2504	G	21, 9768	24, 8112	93302
Media		21, 8509	24, 7029	0, 093276

Segue Tavola XI.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
2483	G	22°,0025	24, 7647	0, 093205
2484	G	22, 1690	24, 8820	93215
2487	G	22, 1174	24, 9280	93411
2488	G	22, 6579	25, 4610	93351
2489	G	22, 3124	25, 1663	93296
2490	G	22, 4850	25, 3170	93200
2491	G	22, 1930	25, 0806	93234
2498	G	22, 2210	25, 1281	93271
2499	G	22, 6500	25, 4970	93411
2500	G	22, 0976	25, 9904	93305
2501	G	22, 1930	25, 1461	93234
Media		22, 2817	25, 1237	0, 093285
2492	G	23°,8110	26°,5760	0, 093291
2493	G	23, 4727	26, 3360	93227
2509	G	23, 8770	26, 5940	93182
2510	G	23, 9450	26, 7660	93247
2513	G	23, 8590	26, 6060	93254
Media		23, 7929	26, 5756	0, 093240
2300	G	24°,1800	26°,8560	0, 093288
2301	G	24, 7430	27, 4050	93131
2302	G	24, 0070	26, 7080	93269
2303	G	24, 1600	26, 8560	93078
2305	G	24, 0794	26, 7720	93070
2306	G	24, 0925	26, 7160	92947
2307	G	24, 1600	26, 8600	93211
2308	G	24, 8063	27, 4690	93284
2309	G	24, 1560	26, 8520	93288
2310	G	24, 1900	26, 8410	92994
2311	G	24, 2800	26, 9260	93220
2312	G	24, 4600	27, 1360	93161
2314	G	24, 3800	27, 0760	93169
2315	G	24, 4000	27, 1200	93159
2316	G	24, 1198	26, 8760	93037
2317	G	24, 6390	27, 4170	93276
2507	G	24, 0090	26, 8260	93284
2508	G	24, 3680	27, 2522	93206
2511	G	24, 2840	27, 0600	93158
2512	G	24, 0210	26, 9700	93273
Media		24, 2767	26, 9997	0, 093175
2516	S	25°,7470	28°,5180	0, 093210
2518	S	25, 6884	28, 4060	93127
2519	S	25, 7670	28, 4990	93248
2520	S	25, 7510	28, 5150	93283
2523	S	25°,6676	28°,4180	0, 093204
2524	S	25, 7790	28, 5790	93221
2525	S	25, 4920	28, 2980	93192
2526	S	25, 4910	28, 1970	93197
2528	S	25, 6478	28, 3540	93174
2514	S	25, 9110	28, 6740	93184
2527	S	25, 9650	28, 6270	93171
2517	S	25, 9650	28, 7380	93225
Media		25, 7393	28, 4852	0, 093203
2521	S	26°,0230	28°,7860	0, 093242
2522	S	26, 4170	29, 1100	93225
Media		26, 2200	28, 9480	0, 093233
2531	S	27°,7896	30°,5160	0, 093508
2532	S	27, 7452	30, 3460	93213
2534	S	27, 7210	30, 4280	93298
2535	S	27, 7371	30, 4040	93206
2539	S	27, 6890	30, 3470	93201
2544	S	27, 8078	30, 4440	93277
2546	S	27, 8199	30, 4440	93313
2547	S	27, 5730	30, 2560	93194
2548	S	27, 7050	30, 2820	93260
2530	S	27, 8340	30, 4980	93331
2545	S	27, 8360	30, 5320	93239
Media		27, 7504	30, 4037	0, 093276
2540	S	28°,0280	30°,7230	0, 093456
2541	S	28, 4060	31, 0030	93229
2542	S	28, 5500	31, 1159	93325
2543	S	28, 2540	30, 8750	93369
Media		28, 3095	30, 9292	0, 093345
2537	S	29°,6050	32°,2490	0, 093391
2538	S	29, 7290	32, 3468	93552
2550	S	29, 5650	32, 0880	93545
2551	S	29, 7850	32, 2650	93433
2554	S	29, 2620	31, 8640	93694
2557	S	29, 7650	32, 3230	93600
2559	S	29, 7730	32, 2710	93675
2563	S	29, 6670	32, 1458	93645
2564	S	29, 7150	32, 1636	93640
2561	S	29, 9640	32, 4820	93537
Medie		29, 6830	32, 2198	0, 093571

Tavola XII. — RAME palline piccole

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
192	K	0°,9550	4°,4204	0, 092386
201	K	0, 8550	4, 3372	92790
202	K	0, 8110	4, 2820	92809
Media		0, 8737	4. 3465	0, 092662
175	K	1°,8810	5°,4975	0, 092051
176	K	1, 3830	5, 0054	92651
181	K	1, 6396	5, 2232	92625
191	K	1, 0150	4. 4481	92960
195	K	1, 1550	4, 5986	92728
196	K	1, 3830	4, 8164	92068
197	K	1. 2350	4, 6659	92824
203	K	1, 0750	4. 5233	92926
Media		1, 3458	4. 8473	0, 092604
194	K	2°,8522	6°,2182	0, 092159
198	K	2. 5938	5. 9638	92647
199	K	2, 9631	6. 3204	92267
207	K	2, 2346	5, 6250	92653
209	K	2, 0416	5. 4380	92713
809	K	2, 6651	6, 2498	92674
Media		2, 5584	5, 9692	0, 092519
180	K	3°,7013	7°,2120	0, 092365
182	K	3, 7052	7, 2120	92512
183	K	3, 0146	6. 3243	92313
186	K	3, 2314	6. 5647	92593
189	K	3, 6660	6, 9930	92392
205	K	3, 1720	6. 5213	92378
810	K	3. 1642	6. 7222	92696
822	K	3, 7150	7. 2240	92497
206	K	3, 9816	7, 3389	92572
Media		3, 4835	6, 9013	0, 092480
184	K	4°,0404	7°,3389	0, 092094
185	K	4, 6223	7, 8906	92086
200	K	4, 8716	8, 1744	92567
210	K	4, 7688	8, 0516	92890
216	K	4, 3174	7, 6721	93112
227	K	4, 6639	7. 9729	92346
816	K	4, 6263	8, 0912	92555
Media		4, 5587	7. 8845	0, 092521

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
211	K	5°,2074	8°,4894	0, 092475
213	K	5, 5810	8. 8971	92657
217	K	5, 1876	8. 4698	92738
220	K	5, 4300	8, 7308	92728
228	K	5, 7010	8, 9446	92369
229	K	5, 6010	8, 8852	92655
817	K	5, 6830	9. 1390	92564
819	K	5, 5490	8. 9763	92675
Media		5, 4925	8. 8165	0, 092608
218	K	6°,2222	9°,5180	0, 092873
230	K	6, 4192	9. 6940	92831
232	K	6, 6635	9, 8931	92920
233	K	6. 5272	9, 7620	92918
236	K	6. 7262	8, 9604	92718
238	K	6. 9132	10. 1198	92742
235	K	6, 9970	10. 1683	92553
Media		6, 6383	9, 8735	0, 092794
214	K	7°,5290	10°,7100	0, 092700
221	K	7, 1320	10, 3590	92670
223	K	7, 0370	10, 2790	92676
225	K	7. 6874	10. 8940	93190
231	K	7, 5833	10, 7780	92783
234	K	7, 4023	10, 5820	92787
237	K	7, 8788	11, 0626	92947
239	K	7. 1360	10, 3390	92699
240	K	7, 6644	10, 8580	92731
246	K	7. 8396	11, 0788	93064
222	K	7. 9572	11, 1690	93106
Media		7, 5315	11, 7372	0, 092850
241	K	8°,1229	11°,2990	0, 092824
802	K	8, 6931	12, 0666	93043
806	K	8, 5922	11. 9540	92971
811	K	8, 5209	11, 8727	91814
814	K	8. 3952	11, 7350	93023
820	K	8, 3239	11, 6762	92942
803	K	8, 9090	12, 2430	92931
804	K	8. 9248	12, 2750	93022
Media		8, 5603	11, 8903	0, 092946

Segue Tavola XII.

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
243	K	9°,3180	12°,4520	0, 093060
244	K	9, 1270	12, 2670	92650
245	K	9, 3780	12, 5120	92931
807	K	9, 3580	12, 6700	93072
808	K	9, 1110	12, 4160	93049
812	K	9, 0753	12, 3878	93160
Media		9, 2279	12, 4508	0, 092987
322	D	10°,2930	13°,3800	0, 093053
323	D	10, 4770	13, 5802	93006
324	D	10, 5610	13, 6810	92991
325	D	10, 1050	13, 2070	92998
326	D	10, 5690	13, 6610	93145
327	D	10, 6190	13, 7030	93182
330	D	10, 4690	13, 5802	92823
331	D	10, 4870	13, 5762	93228
232	D	10, 8220	13, 9160	93099
333	D	10, 4390	13, 5500	92995
334	D	10, 2890	13, 3880	93125
336	D	10, 9120	14, 0024	93042
Media		10, 5035	13, 6021	0, 093057
321	D	11°,4740	14°,5460	0, 093323
335	D	11, 8185	14, 8858	93176
388	D	11, 3190	14, 3892	92940
394	D	11, 0937	14, 2438	92988
395	D	11, 5739	14, 7260	93042
823	D	11, 5200	14, 7220	92968
824	D	11, 4620	14, 6900	93039
825	D	11, 7070	14, 9214	93301
827	D	11, 6850	14, 8957	93103
Media		11, 5170	14, 6689	0, 093098
385	D	12°,4412	15°, 4778	0, 093141
366	D	12, 5610	15, 6330	93316
387	D	12, 4016	15, 4500	93261
391	D	12, 3540	15, 4340	92957
392	D	12, 7880	15, 8422	93122
393	D	12, 8600	15, 9220	92973
399	D	12, 6164	15, 6690	93316
400	D	12, 8798	15, 9420	93334
Media		12, 6127	15, 6712	0, 093177

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
397	D	13°,2290	16°,2900	0, 093314
430	D	13, 1950	16, 3120	93270
431	D	13, 2691	16, 3600	93342
432	D	13, 6509	16, 6990	93089
828	D	13, 2711	16, 4246	93401
829	D	13, 3700	16, 5130	93392
830	D	13, 6044	16, 7590	93219
833	D	13, 6930	16, 8430	93333
Media		13, 4103	16, 5251	0, 093295
401	D	14°,3246	17°,3481	0, 093455
402	D	14, 7260	17, 7340	93574
403	D	14, 9254	17, 9322	93609
422	D	14, 9313	17, 9124	93369
428	D	14, 0468	17, 1699	93469
429	D	14, 5180	17, 5550	93274
433	D	14, 6900	17, 7240	93596
436	D	14, 1070	17, 1283	93637
337	D	14, 2943	17, 3224	93602
438	D	14, 3307	17, 3105	93215
448	L	14, 4234	17, 5191	93300
449	L	14, 8521	17, 8630	93771
Media		14, 5141	17, 5432	0, 093489
423	D	15°,3422	18°,3120	0, 093751
424	D	15, 7788	18, 7376	93413
425	D	15, 9160	18, 9065	93401
426	D	15, 7828	18, 7499	93721
434	D	15, 2135	18, 1640	93380
439	D	15, 8481	18, 7762	93691
440	D	15, 0290	18, 0020	93823
441	D	15, 8700	18, 8247	93826
442	D	15, 5471	18, 5025	93447
443	D	15, 7310	18, 6237	93586
444	D	15, 6910	18, 6217	93382
447	D	15, 6490	18, 6800	93843
450	D	15, 9817	18, 9432	93630
Media		15, 6446	18, 6034	0, 093607
547	L	15°,9203	18°,9050	0, 093503
551	L	16, 5968	19, 6128	93938
553	L	16, 3410	19, 3098	93126
555	L	16, 6558	19, 6290	93500

Segue Tavola XII.

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
500	L	16°,8536	19°,8087	0, 093565
501	L	16, 9163	19, 8630	93852
Media		16, 5473	19, 5214	0, 093581
457	L	17,°6200	20°,5794	0, 093657
502	L	17, 3032	20, 2570	93593
554	L	17, 0904	20, 0980	93491
556	L	17, 6840	20, 6860	93912
557	L	17, 4577	20, 4570	93537
Media		17, 4311	20, 4155	0. 093638
503	F	18°,3643	21°,2749	0, 093664
504	F	18. 8270	21, 7570	93929
509	F	18, 3368	21, 2571	93566
510	F	18, 6304	21, 5422	93774
518	F	18, 0987	21, 0510	93653
Media		18, 4514	21. 3764	0, 093717
454	L	19°,4633	22°,3500	0. 093602
512	F	19, 2500	22, 1392	93161
525	F	19, 4940	22, 4243	93511
531	F	19, 1500	22, 1232	93176
532	F	19, 1960	22, 0976	93332
534	F	19, 4160	22, 2956	93480
Media		19, 3282	22, 2383	0, 093377
455	F	20°,3440	23°.1430	0, 093125
456	F	20, 0510	22, 8619	93161
505	F	20, 1310	22, 9708	93506
506	P	20, 9650	23, 7697	93165
514	F	20, 4120	23, 2460	93338
513	F	20, 1530	22, 9965	93459
520	F	20, 1967	23, 0282	93066
527	F	20, 1050	22. 9272	93525
528	F	20, 9850	23. 8964	93276
Media		20, 3714	23, 2042	0, 093291
461	F	21°,5343	24°,3020	0, 093579
507	F	21, 6380	24, 4570	93228
515	F	21°,0650	23,°8865	0, 093119
521	F	21, 1234	24, 2380	93301
522	F	21, 8996	24, 7050	93322
529	F	21, 1224	24, 0152	93189
530	F	21, 4115	24, 2580	93525
Media		21, 4420	24, 2659	0. 093323
464	F	22°,0362	24°,7770	0, 093274
589	F	22, 6322	25, 4780	73474
593	F	22, 2580	25, 0770	93444
594	F	22, 0738	24, 9270	93535
595	F	22, 0738	24, 8570	93356
596	F	22, 3510	25, 2170	93255
597	F	22, 3471	25, 2050	93177
598	F	22, 6837	25, 5200	93466
Media		22, 3069	25, 1323	0, 093373
558	F	23°,2460	25°,9580	0, 093275
559	F	23, 1830	25, 9880	93476
590	F	23, 2856	26, 0640	93228
591	F	23, 2915	26, 0580	93548
600	F	23, 0480	25, 8580	93111
605	F	23, 5430	26, 3380	93665
606	F	23, 7280	26, 5780	93276
Media		23, 3321	26, 1203	0, 093368
599	F	24°,4172	27°,1760	0, 093407
602	F	24, 2580	27, 0766	93400
609	F	24, 5770	27, 3172	93103
612	F	24, 8630	27, 6152	93352
620	F	24, 3994	27, 2360	93214
625	F	24, 0510	26, 8890	93113
626	F	24, 0790	26, 9170	93104
627	F	24, 7230	27, 4944	93476
604	F	24, 9850	27, 7706	93297
Media		24, 4836	27, 2769	0. 093274
613	F	25°,5120	28°,2706	0, 093349
614	F	25, 8180	28, 5926	93675
617	F	25, 4380	28, 1970	93057
621	F	25, 1310	27, 8360	93290
Media		25, 4747	28, 2240	0, 093343

Segue Tavola XII.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
618	F	26°,3240	29°,0209	0, 093463
622	F	26, 3780	29, 0754	93215
623	M	26, 7330	29, 4596	93463
629	M	26, 4771	29, 2142	93448
630	M	26, 9952	29, 7560	93454
695	M	26, 9144	29, 6500	93518
701	M	26, 9548	29, 6840	93367
Media		26, 6823	29, 4086	0, 093418
624	M	27°,0356	29°,7840	0, 093433
696	M	27, 2662	29, 9600	93325
697	M	27, 3004	29, 9400	93646
698	M	27, 5096	30, 1238	93345
699	M	27, 5606	30, 2584	93327
705	M	27, 7668	30, 4900	93044
Media		27, 4065	30, 0927	0, 093353
700	M	28°,0092	30°,6748	0, 093492
702	M	28, 3102	31, 0000	93380
703	M	28, 3304	31, 0460	93113
706	M	28, 0355	30, 7394	93355

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
707	M	28, 0254	30, 6344	93325
708	Q	28, 2410	30, 9446	93236
709	Q	28, 3130	31, 0480	93347
711	Q	28, 3790	30, 9980	93588
715	Q	28, 2410	30, 9267	93355
724	Q	28, 7060	31, 3198	93335
725	Q	28, 7420	31, 3376	93023
733	Q	28, 9080	31, 5320	93482
Media		28, 3534	31. 0168	0. 093336
712	Q	29°,5594	32°.0690	0, 093372
713	Q	29, 7610	32, 3790	93166
721	Q	29, 0660	31, 6673	93197
722	Q	29, 0520	31, 6396	93209
726	Q	29, 2218	31, 8030	92930
729	Q	29, 3170	31, 8710	93218
730	Q	29, 7750	32, 3510	93431
717	Q	29, 9930	32, 5950	92890
718	Q	29, 9030	32, 5390	93025
727	Q	29. 9010	32, 4550	93386
731	Q	29. 9790	32, 6270	93479
Media		29, 5934	32, 1839	0, 093209

Tavola XIII. — STAGNO

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
137	K	0°,7550	3°,1799	0. 055624
139	K	0, 9310	3, 3542	55594
142	K	0, 8510	3, 2868	55714
143	K	0, 7310	3, 1958	55628
144	K	0, 7950	3, 2868	55449
146	K	0, 6830	3, 2076	55607
152	K	0, 8830	3, 4249	55562
153	K	0, 7910	3, 3857	55563
140	K	0, 9910	3, 4190	55541
Media		0, 8234	3, 3045	0, 055587
132	K	1°,6154	4°,3332	0, 055651
133	K	1, 5952	4, 1392	55189
134	K	1, 5650	4, 0758	55597
136	K	1, 2350	3, 6778	55545
141	K	1, 0110	3, 4720	55620
148	K	1, 3950	3, 9184	55256
149	K	1, 8930	4, 3174	55185
Media		1, 4728	3, 9905	0. 055435
121	K	2°,6176	5°,2866	0, 055246
123	K	2, 1340	4, 8164	55374
125	K	2, 3988	5, 0688	55333
126	K	2, 0174	4, 6976	55117
127	K	2, 8958	5, 5650	55409
150	K	2, 0618	4, 4798	55165
151	K	2, 0255	4, 4560	55314
154	K	2, 3710	4, 9108	55399
170	K	2, 6493	5, 2985	55286
172	K	2, 2386	4, 9010	55328
Media		2, 3410	4, 9480	0, 055297
129	K	3°,2908	5°,9321	0, 055331
156	K	3, 4484	6, 0510	55214
158	K	3, 4918	6, 0990	55330
159	K	3, 5868	6, 1905	55164
160	K	3, 2868	5, 9044	55162
161	K	3, 6521	6, 2380	55084
Media		3, 4594	6, 0692	0, 055214
130	K	4°,0877	6°,6948	0, 055082
162	K	4, 1986	6, 7840	55124
169	K	4°,7490	7°,3270	0, 055267
171	K	4, 3293	6, 9330	55235
247	K	4, 2461	6. 6556	55063
Media		4, 3221	6. 8783	0, 055154
167	K	5°,0846	7°,6452	0. 055278
173	K	5, 4300	7, 9768	55250
248	K	5, 2668	7, 6452	55104
252	K	5, 4500	7, 8357	55193
254	K	5, 2074	7, 5911	55210
258	K	5, 9123	8. 2767	55028
259	K	5, 5730	7, 9494	55259
262	K	5, 7450	8, 1150	55227
263	K	5, 8490	8, 2140	55285
267	K	5, 7450	8, 1129	55179
255	K	5, 9717	8, 3318	55069
Media		5, 5668	7, 9731	0, 055189
250	K	6°,2459	8°,5961	0, 055170
251	K	6, 0133	8, 3793	55191
256	K	6. 0034	8, 3595	55244
257	K	6, 2182	8, 5565	55287
265	K	6, 0830	8, 4463	55187
268	K	6, 7740	9, 1230	55232
273	K	6, 8140	9, 1630	55379
Media		6, 3074	8, 6605	0, 055241
93	K	7°,4815	10°,0000	0. 055293
94	K	7, 6337	10, 1356	55182
105	K	7, 8553	10, 3550	55402
110	K	7, 0330	9, 5580	55472
111	K	7, 6066	10, 1198	55478
261	K	7, 2835	9. 6060	55187
Media		7, 4823	9, 9624	0, 055336
95	K	8°,4306	10°,9260	0, 055298
96	K	8, 1823	10, 6940	55534
101	K	8, 4855	10, 9820	55338
106	K	8, 8852	11, 3630	55278
107	K	8, 0556	10, 5580	55411
117	K	8, 8060	11, 2950	55351
264	K	8, 4542	10, 7580	55373
Media		8, 4713	10, 9394	0, 055369

Segue Tavola XIII.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
97	K	9°,2822	11°,7610	0, 055542
98	K	9, 7060	12, 1830	55558
114	K	9, 7020	12, 1630	55382
118	K	9, 0911	11, 5600	55194
271	K	9, 6660	11, 9420	55331
275	K	9, 1270	11, 4273	55405
276	K	9, 4260	11, 7210	55304
277	K	9, 8654	12, 1310	55312
286	D	9, 8410	12, 3020	55512
291	D	9, 5490	12, 0194	55481
295	D	9, 5090	11, 9700	55288
295	D	9, 8290	12, 2820	55419
304	D	9, 6930	12, 1430	55525
305	D	9, 9190	12, 3818	55348
281	K	9, 9525	12, 2310	55367
309	D	9, 9710	12, 4056	55340
Media		9, 6349	12, 0390	0, 055396
103	K	10°,2030	12°,6560	0, 055513
109	K	10, 1475	12, 5960	55462
119	K	10, 3630	12, 8050	55407
278	K	10, 5620	12, 8370	55303
280	K	10, 5980	12, 8650	55383
Media		10, 3747	12, 7518	0, 055414
282	D	10°,5490	12°,9750	0, 055421
284	D	10, 4530	12, 8877	55441
300	D	10, 5090	12, 9852	55456
303	D	10, 4970	12, 9234	55361
306	D	10, 9020	13, 3075	55320
307	D	10, 8880	13, 2953	55384
310	D	10, 0650	12, 5010	55488
311	D	10, 3130	12, 7400	55498
312	D	10, 8080	13, 2190	55401
315	D	10, 8100	13, 2150	55392
301	D	10, 9760	13, 3840	55462
Media		10, 6155	13, 0348	0, 055420
283	D	11°,6135	14°,0024	0, 055384
287	D	11, 2170	13, 6317	55486
290	D	11, 0918	13, 5200	55514
297	D	11, 6452	14, 0590	55555
313	D	11, 5380	13, 9260	55418
314	D	11, 4980	13, 8860	55380
316	D	11°,1790	13°,5802	0, 055523
317	D	11, 3670	13, 7650	55522
377	D	11, 4185	13, 8014	55453
378	D	11, 6393	14, 0186	55409
Media		11, 4237	13, 8193	0, 055464
289	D	12°,1630	14°,5540	0, 055490
298	D	12, 5410	14, 9254	55502
318	D	12, 3420	14, 7060	55361
319	D	12, 3340	14, 7060	55451
379	D	12, 1630	14, 5320	55370
380	D	12, 6442	15, 0050	55498
381	D	12, 7580	15, 1086	55369
382	D	12, 1310	14, 5060	55465
384	D	12, 4930	14, 8460	55428
Media		12, 3966	14, 7654	0, 055437
293	D	13°,1930	15°,5500	0, 055625
371	D	13, 5320	15, 8580	55399
372	D	13, 5741	15, 9000	55437
373	D	13, 7610	16, 0810	55444
375	D	13, 9640	16, 2820	55424
Media		13, 6048	15, 9342	0, 055466
363	D	14°,8000	17°,0927	0, 055415
405	D	14, 9591	17, 2451	55479
410	D	14, 6320	16, 9303	55642
411	D	14, 7260	17, 0214	55635
417	D	14, 9511	17, 2432	55616
Media		14, 8136	17, 1065	0, 055557
365	D	15°,1402	17°,4205	0, 055477
365	D	15, 6210	17, 8926	55576
404	D	15, 0190	17, 2986	55568
406	D	15, 0450	17, 3323	55736
408	D	15, 7350	17, 9940	55526
409	D	15, 5670	17, 8332	55612
413	D	15, 4420	17, 7140	55673
414	D	15, 7709	18, 0320	55650
419	D	15, 4160	17, 6900	55600
Media		15, 4173	17, 6897	0, 055602

Segue Tavola XIII.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
367	D	16°,1250	18°,3780	0, 055563
368	D	16, 3220	18, 5752	55714
369	D	16, 4024	18, 6540	55648
415	D	16, 1210	18, 3720	55776
420	D	16, 0408	18, 2920	55568
421	D	16, 4125	18, 6622	55778
485	L	16, 5182	18, 7846	55670
Media		16, 2774	18, 5311	0, 055674
475	F	17°,8250	20°,0550	0, 055470
487	L	17, 2045	19, 4714	55937
488	L	17, 6002	19, 8630	55966
492	L	17, 2577	19, 5118	55458
493	L	17, 0369	19, 2977	55570
494	L	17, 6940	19, 9552	55994
477	L	17, 9830	20, 2106	55552
Media		17, 5145	19, 7661	0, 055707
467	F	18°,3956	20°,6136	0, 055735
468	F	18, 8350	21, 0470	55788
474	F	18, 7930	20, 9930	55556
478	F	18, 5334	20, 7482	55600
479	F	18, 7690	20, 9878	55781
537	F	18, 2602	20, 4820	55547
538	F	18, 5334	20, 7502	55624
Media		18, 5885	20, 8030	0, 055662
469	F	19°,4500	21, 6360	0, 055780
480	F	19, 8440	22, 0144	55459
481	F	19, 8660	22, 0382	55484
490	F	19, 3700	21, 5620	55666
539	F	19, 2960	21, 4828	55541
540	F	19, 8100	21, 9788	55479
541	F	19, 4700	21, 6580	55772
546	F	19, 4180	21, 6020	55610
Media		19, 5655	21, 7465	0, 055599
470	F	20°,5500	22°,6916	0, 055586
482	F	20, 2106	22, 3768	55518
491	F	20, 1888	22, 3431	55412
498	F	20, 4880	22, 6520	55628
499	F	20, 7581	22, 9114	55628
536	F	20°,1110	22°,2798	0, 055484
542	F	20, 6294	22, 7728	55483
543	F	20, 8280	22, 9688	55466
Media		20, 4705	22, 6245	0, 055525
471	F	21°,3640	23°,4975	0, 055708
472	F	21, 8204	23, 9400	55751
544	F	21, 0789	23, 2123	55319
560	F	21, 6460	23, 7618	55400
561	F	21, 8521	23, 9756	55745
567	F	21, 0470	23, 1826	55532
568	F	21, 1244	23, 2500	55483
570	F	21, 8402	23, 9598	55664
Media		21, 4716	23, 5974	0, 055575
473	F	22°,4956	24°,5970	0, 055733
563	F	22, 5134	24, 6190	55851
571	F	22, 1966	24, 3040	55734
577	F	22, 6163	24, 7070	55654
578	F	22, 6678	24, 7570	55573
579	F	22, 6916	24, 7930	55695
581	F	22, 5530	24, 6510	55605
582	F	22, 4342	24, 5370	55749
Media		22, 5211	24, 6206	0, 055699
565	F	23°,9004	25°,9720	0, 055909
572	F	23, 2222	25, 2970	55617
573	F	23, 2262	28, 3090	55878
574	F	23, 2797	25, 3572	55713
575	F	23, 3608	25, 4400	55740
580	F	23, 3113	25, 3966	55906
583	F	23, 1312	25, 2170	55549
584	F	23, 6064	25, 6780	55582
585	F	23, 9182	25, 9780	55509
Media		23, 4396	25, 5161	0, 055711
632	F	24°,6190	26°,6578	0, 055598
633	F	24, 7370	26, 7850	55792
636	F	24, 1030	26, 1580	55569
637	F	24, 6170	26, 6618	55631
641	F	24, 1469	26, 2000	55575
642	F	24, 4370	26, 4800	55621

Segue Tavola XIII.

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
643	F	24°,7550	26°,7970	0, 055788
652	F	24, 9290	26, 9510	55345
648	F	24, 9930	27, 0210	55536
Media		24, 5930	26, 6316	0, 055606
649	F	25°,9280	27°,9340	0, 055451
658	F	25, 0970	27, 1320	55674
659	F	25, 4380	27, 4568	55465
664	F	25, 9340	27, 9380	55466
685	F	25, 1570	27, 1760	55708
691	F	25, 1770	27, 2100	55709
692	F	25, 2770	27, 2986	55492
Media		25, 4297	27, 4492	0, 055566
634	F	26°,1780	28°,1910	0, 055752
635	F	26, 8970	28, 8840	55585
638	F	26, 5580	28, 5563	55679
639	F	26, 8610	28, 8520	55779
644	F	26, 5740	28, 5744	55735
650	F	26, 2180	28, 2170	55581
651	F	26, 5500	28, 5421	55614
655	F	26, 3780	28, 3720	55519
656	F	26, 7750	28, 7573	55487
686	F	26, 9470	28, 9180	55368
687	M	26, 8861	28, 8740	55638
Media		26, 6202	28, 6126	0, 055612

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
640	M	27°,6133	29°,5800	0, 055614
645	M	27, 0165	28, 9991	55594
646	M	27, 5240	29, 5000	55653
661	M	27, 3250	29, 3010	55659
662	M	27, 6941	29, 6620	55595
680	F	27, 0090	28, 9926	55701
681	F	27, 1320	29, 0997	55500
Media		27, 3306	29, 3049	0, 055617
667	M	28°,2314	30°,1633	0, 055453
669	M	28, 7334	30, 6586	55588
674	M	28, 4150	30, 3400	55383
675	M	28, 6304	30, 5540	55502
676	M	28, 8840	30, 8041	55724
688	M	28, 0133	29, 9640	55514
689	M	28, 6950	30, 6122	55453
671	M	28, 9203	30, 8364	55513
672	M	28, 9708	30, 8970	55830
Media		28, 6104	30, 5366	0, 055551
670	M	29°,0374	30°,9455	0, 055371
673	M	29, 5020	31, 4040	55424
682	M	29, 2829	31, 1840	55502
683	M	29, 5400	31, 4380	55594
690	M	29, 8800	31, 7663	55399
738	Q	29, 6110	31, 4980	55286
677	M	29, 9980	31, 8880	55543
Media		29, 5502	31, 4463	0, 055446

Tavola XIV. — ARGENTO

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
1583	U	0°,6870	3°,4130	0, 056190
1586	U	0, 8210	3, 5450	55995
1587	U	0. 6850	3. 4110	55971
1589	U	0. 8270	3, 5510	55857
1595	U	0. 9210	3, 6485	56099
1597	U	0, 8110	3, 5370	56205
1598	U	0, 9190	3. 6366	56148
Media		0, 8101	3. 5346	0, 056066
1534	U	2°,2573	4°,9162	0, 055920
1536	U	2, 7233	5, 3758	55905
1537	U	2. 6566	5. 3111	55992
1584	U	2. 7374	5, 4000	56038
1588	U	2. 8182	5, 4780	56071
1590	U	2, 6950	5, 3515	55820
1593	U	2. 9940	5, 6444	55908
1596	U	2, 6505	5, 3212	56114
Media		2, 6915	5, 3498	0, 055971
1461	U	4°,5580	7°,1396	0. 055814
1462	U	4. 8000	7, 3772	55851
1466	U	4, 3624	6, 9610	56044
1471	U	4, 6700	7, 2564	55848
1472	U	4. 9424	7. 5160	55773
1527	U	4, 1590	6, 7620	55949
1528	U	4, 5000	7, 1000	56008
1529	U	4, 7820	7, 3772	55951
Media		4, 5967	7, 1862	0, 055905
1463	U	6°.8040	9°,3132	0, 055937
1473	U	6, 1020	8, 6237	55772
1474	U	6, 1380	8, 6613	55733
1475	U	6, 6030	9, 1240	56084
1481	U	6, 6030	9, 1280	56056
1482	U	6, 7400	9, 2587	56030
1484	U	6, 0960	8, 6217	55766
1485	U	6, 0400	8, 5700	56010
Media		6, 3907	8, 9126	0, 055923
1454	E	8°.6310	11°,0980	0, 056063
1476	E	8, 1573	10, 6558	56264
1526	E	8, 6110	11, 1000	56014
1538	E	8, 2522	10, 7360	55772
1539	E	8, 3591	10, 8560	56203
1540	E	8, 6490	11, 1169	55791
1541	E	8, 6809	11, 1680	56130
1542	E	8, 4957	10, 9720	55899
Media		8. 4795	10. 9627	0, 056017
1444	E	10°,1660	12°,6124	0, 056142
1445	E	10, 2120	12, 6461	56192
1446	E	10, 5730	12, 9900	55863
1447	E	10, 5430	12, 9580	55998
1451	E	10, 0134	12, 4451	55942
1152	E	10, 4310	12. 8580	56048
1453	E	10, 4390	12, 8660	56226
1543	E	10. 0579	12, 4850	55793
Media		10, 3044	12, 7326	0, 056025
1430	E	12°,8000	15,°1668	0, 056260
1433	E	12, 6005	14, 9758	56132
1434	E	12, 7540	15, 1230	55958
1438	E	12, 2392	14, 6190	55936
1439	E	12, 2610	14, 6390	56156
1440	E	12, 2352	14, 6170	56013
1441	E	12, 3382	14, 7130	56066
1442	E	12, 2808	14, 6530	55927
Media		12, 4386	14, 8133	0, 056056
1374	E	13°,9820	16°.3019	0, 056163
1377	E	14, 0780	16. 3941	56017
1378	E	14, 1956	16, 5090	55983
1379	E	14, 2950	16, 5980	55757
1401	E	14, 4230	16, 7452	56268
1402	E	11, 8640	17, 1706	56027
1405	E	14, 5510	16, 8639	55996
1406	E	14, 6970	17, 0003	56076
Media		14, 3857	16, 6979	0, 056036
1341	E	16°,0348	18°,2981	0, 056065
1342	E	16, 1775	18, 4420	56275
1343	E	16, 3468	18, 6092	56146
1345	E	16, 9541	19, 1960	56218
1346	E	16, 2305	18, 4868	55947

Segue Tavola XIV.

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
1348	E	16°.1163	18°.3692	0. 055966
1349	E	16. 2387	18. 4909	55972
1350	E	16. 2468	18. 4990	55971
Media		16. 2932	18. 5489	0. 056070
1285	G	18°.5897	20°.8060	0, 056401
1289	G	18. 5303	20. 7400	56419
1293	G	18. 2531	20. 4620	56151
1295	G	18. 5224	20, 7280	56298
1296	G	18. 5422	20, 7540	56302
1297	G	18, 7481	20, 9500	56342
1298	G	18. 0601	20, 2812	56151
1299	G	18. 3244	20. 5400	56169
Media		18, 4463	20. 6576	0, 056279
1242	G	20°.2812	22°.4411	0. 056520
1286	G	20, 1010	22. 2629	56356
1288	G	20, 8820	23. 0203	56300
1290	G	20, 0449	22. 2110	56438
1291	G	20, 1210	22, 2787	56323
1320	G	20. 2170	22, 3817	56323
1321	G	19. 9640	22. 1352	56189
1322	G	20. 5200	22, 6738	56221
Media		20, 2664	22, 4256	0, 056334
1244	G	22°,1790	24°,2820	0, 056262
1245	G	22, 8050	24, 8960	56279
1248	G	22, 4670	24, 5638	56213
1249	G	22, 1886	24, 3020	56477
1250	G	22, 9160	25, 0350	56371
1254	G	22, 7193	24, 8063	56322
1255	G	22. 7114	24, 8004	56419
1257	G	22, 4055	24, 5040	56375
Media		22. 5527	24, 6487	0, 056340

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
1222	G	24°.7070	26°.7460	0, 056195
1223	G	24. 7170	26. 7540	56226
1224	G	24. 6990	26. 7460	56254
1230	G	24. 7410	26. 7780	56177
1231	G	24. 1820	26. 2340	56195
1237	G	24. 4980	26. 5380	56237
1238	G	24, 3020	26, 3540	56315
1239	G	24, 6610	26. 6980	56231
Media		24, 5634	26. 6060	0. 056229
1225	G	26°.1905	28°.1990	0, 056215
1226	G	26. 2023	28. 2170	56400
1228	G	26. 3760	28. 3680	56032
1232	G	26, 0270	28. 0380	56407
1233	G	26. 1628	28, 1770	56432
1235	G	26. 5780	28. 5667	56109
1240	G	26. 3580	28, 3600	56367
1241	G	26. 5120	28. 5152	56336
Media		26, 3008	28, 3051	0. 056287
1101	Q	28°.5530	30°.4687	0, 056366
1107.	Q	28, 3130	30, 1960	56216
1108	Q	28, 4670	30. 3680	56030
1112	Q	28, 6475	30. 5230	56251
1119	Q	28, 4970	30, 4149	56307
1120	Q	28, 5370	30. 4020	55954
1124	Q	27, 9410	29. 8350	56110
Media		28, 4222	30, 3154	0, 056176

Tavola XV. — PIOMBO

Num. d'ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
1553	U	2°,2960	4°,6520	0, 030700
1554	U	2, 7374	5, 1010	30788
1556	U	2, 7778	5, 1390	30694
1557	U	2, 7839	5, 1530	30745
1558	U	2, 8424	5, 2050	30748
1564	U	2, 7899	5, 1590	30784
1567	U	2, 8142	5, 1790	30770
1574	U	2, 5940	4, 9606	30665
1578	U	2, 9475	5, 3111	30732
Media		2, 7314	5, 0955	0, 030736
1492	U	4°,3723	6°,7020	0, 030698
1493	U	4, 7780	7, 0980	30719
1494	U	4, 9828	7, 2822	30694
1497	U	4, 0710	6, 3990	30767
1498	U	4, 9303	7, 2346	30652
1517	U	4, 1990	6, 5310	30750
1518	U	4, 5920	6, 9090	30687
1520	U	4, 5140	6, 8344	30770
Media		4, 5549	6, 8738	0, 030717
1489	U	6°,5050	8°,7530	0, 030620
1490	U	6, 7540	8, 9890	30639
1499	U	6, 1900	8, 4500	30844
1500	U	6, 1840	8, 4500	30839
1501	U	6, 3630	8, 6078	30844
1502	U	6, 4210	8, 6642	30628
1510	U	6, 9290	9, 1660	30691
1511	U	6, 2646	8, 5260	30785
1513	U	6, 5430	8, 7930	30621
Media		6, 4614	8, 7110	0, 030723
1503	E	8°,3591	10°,5750	0, 030773
1504	E	8, 7106	10, 9100	30735
1506	E	8, 6809	10, 9000	30974
1508	E	8, 6450	10, 8600	30733
1509	E	8, 5116	10, 7280	30662
1514	E	8, 7720	10, 9580	30809
Media		8, 6132	10, 8218	0, 030781
1545	E	10°,5430	12°,7020	0, 030991
1545	E	10, 6154	12, 7840	30984
1547	E	10°,4690	12°,6342	0, 030824
1548	E	10, 9660	13, 1180	30739
1549	E	10, 9080	13, 0580	30768
1550	E	10, 1320	12, 3006	30757
1551	E	10, 8540	13, 0180	30888
1552	E	10, 9420	13, 1000	30927
Media		10, 6787	12, 8393	0, 030860
1419	E	12°,7900	14°,9040	0, 030850
1420	E	12, 7340	14, 8960	30968
1421	E	12, 8000	14, 9160	31018
1424	E	12, 6223	14, 7570	30963
1425	E	12, 7260	14, 8500	30927
1426	E	12, 8900	15, 0193	30911
1428	E	12, 4510	14, 5770	30809
1429	E	12, 6920	14, 8045	30788
Media		12, 7132	14, 8405	0, 030904
1335	E	14°,1320	16°,2060	0, 030901
1408	E	14, 2830	16, 3203	31030
1412	E	14, 0640	16, 1877	31020
1413	E	14, 3970	16, 4641	30854
1414	E	14, 6170	16, 7056	30936
1416	E	14, 4490	16, 5416	30770
1417	E	14, 9300	16, 0118	30766
1418	E	14, 8740	16, 9423	30877
Media		14, 4682	16, 5474	0, 030894
1331	E	16°,5273	18°,5337	0, 030787
1332	E	16, 7412	18, 7530	30927
1333	E	16, 3529	18, 3753	30958
1336	E	16, 2795	18, 3293	30916
1337	E	16, 3693	18, 4056	30816
1338	E	16, 2591	18, 2879	30777
1339	E	16, 2427	18, 2675	30948
1340	E	16, 4845	18, 5317	30938
Media		16, 4071	18, 4355	0, 030883
1282	G	18°,5778	20°,5420	0, 030963
1323	G	18, 1307	20, 1110	30808
1324	G	18, 4551	20, 4420	30861
1325	G	18, 7006	20, 6620	30857

Segue Tavola XV.

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
1326	G	18°,3917	20°,3459	0, 030846
1327	G	18, 1878	20, 1850	30916
1328	G	18, 2175	20, 2170	30921
1330	G	18, 5857	20, 5620	30886
Media		18, 4059	20, 3834	0, 030882
1263	G	20°,4220	22°,3718	0, 030851
1268	G	20, 6800	22, 5926	30763
1272	G	19, 9620	21, 9010	30824
1274	G	20, 4780	22, 3956	30892
1278	G	20, 1810	22, 1233	30890
1279	G	20, 5240	22, 4470	30930
1283	G	20, 4820	22, 4173	30870
1281	G	20, 5860	22, 4930	30828
Media		20, 4144	22, 3427	0, 030856
1264	G	22°,0916	23°,9510	0, 030768
1265	G	22, 1750	23, 9950	30803
1266	G	22, 5070	24, 3800	30714
1270	G	22, 2030	24, 0471	30765
1271	G	22, 4470	24, 2840	30881
1275	G	22, 3738	24, 2260	30737
1280	G	22, 1810	24, 0552	30893
1281	G	22, 5250	24, 3820	30792
Media		22, 3129	24, 1650	0, 030794

Num. d' ordine	Termometro	t	T	$m_{100,T}$
1195	F	24°,4770	26°,2980	0, 030779
1200	G	24, 4500	26, 2980	30762
1209	G	24, 3360	26, 1469	30625
1210	G	24, 1580	25, 9830	30618
1212	G	23, 9450	25, 7470	30822
1213	G	24, 0774	25, 8730	30801
1218	G	24, 3840	26, 2103	30855
Media		24, 2611	26, 0794	0, 030752
1202	G	26°,3180	28°,0776	0, 030805
1203	G	26, 7420	28, 5112	30937
1215	G	26, 8980	28, 6142	30616
1217	G	26, 8720	28, 6142	30573
1220	G	26, 4260	28, 2130	30890
1221	G	26, 8130	28, 5746	30798
Media		26, 6790	28, 4341	0, 030770
1155	Q	28°,8020	30°,5490	0, 030724
1156	Q	28, 4010	30, 1192	30920
1164	Q	28, 8200	30, 5490	30826
1171	Q	28, 8220	30, 5410	30793
1186	Q	28, 5050	30, 2400	30726
1187	Q	28, 4210	30, 1192	30668
Media		28, 6285	30, 3529	0, 030776

Tavola XVI.—PLATINO

T	$\frac{t+T}{2}$	$\log \alpha M_{100,T}$	$\log m_{100,T}$
5, 13	3, 66	8, 55962	8, 50446
7, 18	5, 74	8, 50978	8, 50481
9, 06	7, 67	8, 50993	8, 50553
11, 12	9, 74	8, 51010	8, 50735
13, 48	12, 15	3, 51029	8, 50806
15, 05	13, 75	8, 51041	8, 50813
17, 11	15, 85	8, 51058	3, 50850
19, 00	17, 75	8, 51073	8, 50900
20, 96	19, 75	8, 51089	8, 50842
22, 84	21, 67	8, 51098	3, 50733
24, 64	23, 50	3, 51114	8, 50702
26, 68	25, 57	8, 51130	8, 50643
28, 56	27, 48	8, 51146	8, 50717
30, 51	29, 45	8, 51162	8, 50742
32, 15	31, 13	8, 51178	8, 50770

Tavola XVII.—RAME palline grandi

T	$\frac{t+T}{2}$	$\log \alpha M_{100,T}$	$\log m_{100,T}$
4, 07	2, 33	8, 96941	8, 96598
4, 89	3, 17	8, 96946	8, 96579
5, 86	4, 16	8, 96950	8, 96558
6, 88	5, 19	8, 96955	8, 96544
7, 53	5, 85	8, 96959	3, 96537
9, 04	7, 39	8, 96966	8, 96516
9, 51	7, 87	8, 96968	8, 96563
11, 86	10, 25	8, 96980	8, 96717
13, 04	11, 46	8, 96986	8, 96764
13, 46	11, 85	8, 96988	8, 96776
16, 86	15, 36	8, 97005	8, 96860
17, 18	15, 67	8, 97006	8, 96874
19, 17	17, 70	8, 97016	8, 96826
21, 54	20, 07	8, 97028	8, 96890
23, 43	22, 03	8, 97037	8, 96965
24, 70	23, 28	8, 97044	8, 96977
25, 12	23, 70	8, 97046	8, 96981
26, 58	25, 18	8, 97053	8, 96960
27, 00	25, 64	8, 97055	8, 96930
28, 49	27, 11	8, 97062	8, 96943
28, 95	27, 58	8, 97065	8, 96957
30, 10	29, 08	8, 97072	8, 96977
30, 93	29, 62	8, 97074	8, 97009
32, 22	30, 95	8, 97081	8, 97114
32, 70	31, 36	8, 97083	
34, 13	32, 91	8, 97090	
34, 34	33, 13	8, 97091	
36, 18	34, 98	8, 97100	
36, 49	35, 31	8, 97102	

Tavola XVIII. — RAME palline piccole

T	$\frac{t+T}{2}$	$\log \alpha M_{100,T}$	$\log m_{100,T}$
4, 35	2, 61	8, 96943	8, 96690
4, 85	3, 10	8, 96945	8, 96663
5, 97	4, 26	8, 96951	8, 96623
6, 90	5, 19	8, 96955	8, 96605
7, 88	6, 22	8, 96960	8, 96624
8, 82	7, 15	8, 96965	8, 96665
9, 87	8, 26	8, 96970	8, 96752
10, 74	9, 13	8, 96974	8, 96778
11, 89	10, 23	8, 96980	8, 96823
12, 45	10, 84	8, 96983	8, 96842
13, 60	12, 05	8, 96989	8, 96875
14, 67	13, 09	8, 96994	8, 96894
15, 67	14, 14	8, 96999	8, 96931
16, 53	14, 97	8, 97003	8, 96986
17, 54	16, 03	8, 97009	8, 97076
18, 60	17, 12	8, 97013	8, 97131
19, 52	18, 03	8, 97016	8, 97119
20, 42	18, 92	8, 97022	8, 97145
21, 38	19, 91	8, 97027	8, 97182
22, 24	20, 78	8, 97031	8, 97024
23, 20	21, 79	8, 97036	8, 96984
24, 27	22, 85	8, 97041	8, 96999
25, 13	23, 72	8, 97046	8, 97022
26, 12	24, 73	8, 97051	8, 97020
27, 28	25, 88	8, 97056	8, 96976
28, 22	26, 85	8, 97061	8, 97008
29, 41	28, 05	8, 97065	8, 97043
30, 09	28, 75	8, 97070	8, 97013
31, 02	29, 68	8, 97075	8, 97005
32, 18	30, 89	8, 97081	8, 96946
32, 90	31, 62	8, 97084	

Tavola XIX. — STAGNO

T	$\frac{t+T}{2}$	$\log \alpha M_{100,T}$	$\log m_{100,T}$
3, 30	2, 06	8, 75465	8, 74497
3, 99	2, 73	8, 75471	8, 74379
4, 95	3, 65	8, 75480	8, 74270
6, 07	4, 76	8, 75490	8, 74205
6, 88	5, 60	8, 75498	8, 74158
7, 97	6, 77	8, 75508	8, 74185
8, 66	7, 48	8, 75514	8, 74226
9, 96	8, 72	8, 75526	8, 74301
10, 94	9, 70	8, 75535	8, 74327
12, 04	10, 83	8, 75545	8, 74348
12, 75	11, 56	8, 75552	8, 74362
13, 03	11, 82	8, 75554	8, 74367
13, 82	12, 62	8, 75561	8, 74401
14, 76	13, 58	8, 75570	8, 74380
15, 93	14, 77	8, 75581	8, 74403
17, 11	15, 96	8, 75592	8, 74474
17, 69	16, 55	8, 75597	8, 74509
18, 53	17, 40	8, 75605	8, 74565
19, 77	18, 64	8, 75616	8, 74591
20, 80	19, 70	8, 75625	8, 74556
21, 75	20, 65	8, 75634	8, 74507
22, 62	21, 55	8, 75642	8, 74449
23, 60	22, 53	8, 75651	8, 74488
24, 62	23, 57	8, 75660	8, 74585
25, 52	24, 48	8, 75668	8, 74594
26, 63	25, 61	8, 75678	8, 74512
27, 45	26, 44	8, 75686	8, 74481
28, 61	27, 61	8, 75697	8, 74517
29, 30	28, 31	8, 75703	8, 74521
30, 54	29, 57	8, 75714	8, 74469
31, 45	30, 50	8, 75722	8, 74387
32, 22	31, 28	8, 75729	

Tavola XX. — ARGENTO

T	$\frac{t+T}{2}$	$\log \alpha M_{100,T}$	$\log m_{100,T}$
3, 53	2, 17	8, 74507	8, 74870
5, 35	4, 02	8, 74523	8, 74796
7, 19	5, 39	8, 74538	8, 74745
8, 91	7, 65	8, 74552	8, 74759
10, 96	9, 72	8, 74569	8, 74832
12, 73	11, 52	8, 74584	8, 74838
14, 31	13, 63	8, 74602	8, 74862
16, 70	15, 54	8, 74617	8, 74847
18, 55	17, 42	8, 74633	8, 74873
20, 66	19, 55	8, 74650	8, 75035
22, 42	21, 35	8, 74665	8, 75077
24, 65	23, 60	8, 74684	8, 75082
26, 61	25, 58	8, 74700	8, 74996
28, 30	27, 30	3, 74714	8, 75041
30, 31	29, 37	8, 74725	8, 74955
32, 28	31, 37	8, 74747	
34, 00	33, 11	8, 74761	

Tavola XXI. — PIOMBO

T	$\frac{t+T}{2}$	$\log \alpha M_{100,T}$	$\log m_{100,T}$
3, 04	1, 83	8, 48325	8, 48765
5, 09	3, 91	8, 48345	8, 48738
6, 87	5, 71	8, 48362	8, 48746
8, 71	7, 59	8, 48380	8, 48828
10, 82	9, 72	8, 48400	8, 48940
12, 84	11, 76	8, 48420	8, 49002
14, 84	13, 78	8, 48439	8, 48988
16, 55	15, 51	8, 48455	8, 48972
18, 43	17, 42	8, 48474	8, 48970
20, 38	19, 39	8, 48492	8, 48934
22, 34	21, 38	8, 48511	8, 48846
24, 16	23, 24	8, 48529	8, 48787
26, 08	25, 17	8, 48547	8, 48813
28, 43	27, 56	8, 48570	8, 48821
30, 35	29, 49	8, 48589	
32, 23	31, 39	8, 48607	
34, 02	33, 20	8, 48624	

Nelle tavole X a XV si trovano gli elementi pel calcolo del calorico specifico dell' acqua dedotto da ogni gruppo di esperienze.

Per avere poi il calore specifico vero di grado in grado abbiamo ammesso che il calorico specifico dell' acqua, $C_{T,t}$, medio fra le due temperature T e t (iniziale e finale del calorimetro, le quali non differivano per solito che circa 2°), sia uguale al calorico specifico vero alla temperatura intermedia $\frac{T+t}{2} = \theta$; e con i valori che si erano trovati di log $\alpha C_{T,t}$, uguali, per l' ipotesi fatta, a log αC_θ si è costruito una curva prendendo come ascisse le temperature θ e come ordinate i valori di log αC_θ: da questa curva si sono dedotti i valori di log αC_θ di grado in grado, i quali sono registrati nelle tavole XXII a XXVII (seconda colonna) insieme ai valori che si ottengono per il calorico specifico vero dell' acqua di grado in grado, determinando la costante α in modo da rendere uguale a 1 il calore specifico vero a 15°.

Si sono così ottenute sei serie di valori del calorico specifico vero C_θ dell' acqua, da 0° a 31 (tante quante sono le serie di esperienze da noi fatte con diversi metalli) le quali sono riassunte nella tavola XXVIII insieme alla loro media.

Tavola XXII.—PLATINO

$\frac{t+T}{2}$	$\log \frac{\alpha M_{100,T}}{m_{100,T}}$	$\log C$	C
1	0, 00532	0, 00250	1, 00577
2	0, 00505	0, 00223	1, 00513
3	0, 00481	0, 00199	1, 00459
4	0, 00459	0, 00177	1, 00408
5	0, 00435	0, 00153	1, 00353
6	0, 00410	0, 00128	1, 00295
7	0, 00390	0, 00108	1, 00249
8	0, 00374	0, 00092	1, 00212
9	0, 00357	0, 00075	1, 00173
10	0, 00342	0, 00060	1, 00138
11	0, 00327	0, 00045	1, 00104
12	0, 00314	0, 00032	1, 00074
13	0, 00300	0, 00018	1, 00042
14	0, 00290	0, 00008	1, 00018
15	0, 00282	0	1
16	0, 00274	1, 99992	0, 99982
17	0, 00267	1, 99985	0, 99965
18	0, 00262	1, 99980	0, 99954
19	0, 00263	1. 99981	0, 99956
20	0, 00265	1, 99983	0. 99961
21	0, 00271	1, 99989	0, 99975
22	0, 00280	1, 99998	0, 99995
23	6, 00286	0. 00004	1. 00009
24	0. 00297	0, 00015	1, 00035
25	0, 00311	0, 00029	1, 00067
26	0, 00325	0, 00043	1, 00099
27	0, 00341	0, 00059	1, 00136
28	0, 00364	0, 00082	1, 00189
29	0, 00387	0, 00105	1, 00242
30	0, 00410	0, 00128	1. 00295
31	0. 00440	0, 00158	1, 00364

Tavola XXIII.—RAME pall. grandi

$\frac{t+T}{2}$	$\log \frac{\alpha M_{100,T}}{m_{100,T}}$	$\log C$	C
1	0, 00445	0, 00284	1, 00656
2	0, 00419	0, 00258	1, 00596
3	0, 00392	0, 00231	1, 00533
4	0, 00365	0, 00204	1, 00471
5	0, 00341	0, 00180	1, 00415
6	0, 00317	0, 00156	1, 00360
7	0, 00295	0, 00134	1, 00309
8	0, 00275	0, 00114	1, 00263
9	0, 00256	0, 00095	1, 00219
10	0, 00236	0, 00075	1, 00173
11	0, 00220	0, 00059	1, 00136
12	0, 00200	0, 00039	1, 00090
13	0, 00185	0, 00024	1, 00055
14	0, 00173	0, 00012	1, 00028
15	0, 00161	0	1
16	0, 00150	1, 99989	0, 99975
17	0, 00137	1, 99976	0, 99945
18	0, 00126	1, 99965	0, 99919
19	0, 00118	1, 99957	0, 99901
20	0, 00109	1, 99948	0, 99880
21	0, 00106	1, 99945	0, 99873
22	0, 00100	1, 99939	9, 99860
23	0, 00096	1. 99935	0, 99850
24	0. 00093	1, 99932	0, 99844
25	0, 00090	1, 99929	0, 99837
26	0, 00089	1, 99928	0, 99834
27	0, 00088	1, 99927	0, 99832
28	0, 00089	1, 99928	0, 99834
29	0, 00090	1, 99929	0, 99837
30	0, 00095	1, 99934	0, 99848
31	0, 00105	1. 99944	0, 99871

Tavola XXIV.—RAME palline piccole

$\frac{t+T}{2}$	$\log \frac{\alpha M^{100,T}}{m^{100,T}}$	$\log C$	C
1	0, 00333	0, 00338	1, 00781
2	0, 00302	0, 00307	1, 00709
3	0, 00273	0, 00278	1, 00642
4	0, 00245	0, 00250	1, 00577
5	0, 00220	0. 00225	1, 00519
6	0, 00193	0, 00198	1, 00457
7	0, 00168	0, 00173	1, 00399
8	0, 00141	0. 00146	1, 00337
9	0, 00116	0, 00121	1, 00279
10	0, 00094	0, 00099	1, 00228
11	0, 00072	8, 00077	1. 00177
12	0. 00051	0, 00056	1, 00129
13	0, 00030	0, 00035	1, 00081
14	0, 00012	0. 00017	1. 00039
15	1, 99995	0	1
16	1, 99985	1, 99990	0, 99977
17	1. 99974	1, 99979	0, 99952
18	1, 99965	1, 99970	0, 99931
19	1, 99960	1, 99965	0, 99919
20	1, 99955	1, 99960	0, 99908
21	1, 99955	1. 99960	0, 99908
22	1, 99957	1, 99962	0, 99913
23	1, 99961	1, 99966	0, 99922
24	1, 99967	1, 99972	0, 99936
25	1, 99977	1, 99982	0, 99959
26	1, 99990	1. 99995	0, 99988
27	0, 00005	0, 00010	1, 00023
28	0, 00025	0, 00030	1, 00069
29	0, 00049	0. 00054	1, 00125
30	0, 00075	0. 00080	1, 00184
31	0. 00105	0, 00110	1, 00254

Tavola XXV. — STAGNO

$\frac{t+T}{2}$	$\log \frac{\alpha M_{100,T}}{m_{100,T}}$	$\log C$	C
1	0, 01288	0, 00157	1, 00362
2	0. 01273	0. 00142	1. 00328
3	0, 01260	0, 00129	1, 00297
4	0, 01245	0, 00114	1, 00263
5	0, 01230	0, 00099	1. 00228
6	0. 01214	0. 00083	1. 00191
7	0, 01198	8, 00067	1. 00154
8	0, 01185	0, 00054	1. 00125
9	0, 01174	0, 00043	1. 00099
10	0. 01164	0, 00033	1, 00076
11	0, 01155	0, 00024	1, 00055
12	0, 01148	0, 00017	1, 00039
13	0. 01140	0, 00009	1, 00021
14	0, 01135	0. 00004	1. 00009
15	0, 01131	0	1
16	0, 01130	1, 99999	0, 99998
17	0, 01130	1, 99999	0, 99998
18	0, 01128	1, 99997	0, 99993
19	0, 01127	1, 99996	0, 99991
20	0. 01127	1, 99996	0, 99991
21	0, 01130	1, 99999	0. 99998
22	0, 01134	0, 00003	1, 00007
23	0, 01141	0, 00010	1, 00023
24	0, 01154	0, 00023	1, 00053
25	0, 01170	0, 00039	1, 00090
26	0, 01187	0, 00056	1. 00129
27	0. 01211	0. 00080	1, 00184
28	0, 01240	0, 00109	1, 00251
29	0. 01276	0.00 145	1, 00334
30	0, 01315	0, 00184	1, 00425
31	0, 01355	0, 00224	1, 00517

Tavola XXVI. — ARGENTO

$\frac{t+T}{2}$	$\log \frac{\alpha M_{100,T}}{m_{100,T}}$	$\log C$	C
1	1, 99798	0, 00130	1, 00300
2	1, 99790	0, 00122	1, 00281
3	1, 99780	0, 00112	1, 00258
4	1, 99770	0, 00102	1, 00235
5	1, 99760	0, 00092	1, 00212
6	1, 99750	6, 00082	1, 00189
7	1, 99741	0, 00073	1, 00168
8	1, 99730	0, 00062	1, 00143
9	1, 99721	0, 00053	1, 00122
10	1, 99711	0, 00043	1, 00099
11	1, 99703	0, 00035	1, 00081
12	1, 99694	0, 00026	1, 00060
13	1, 99686	0, 00018	1, 00041
14	1, 99677	0, 00009	1, 00021
15	1, 99668	0	1
16	1, 79660	1, 99992	0, 99982
17	1, 99651	1, 99983	0, 99961
18	1, 99645	1, 99977	0, 99947
19	1, 99638	1, 99970	0, 99931
20	1, 99633	1, 99965	0, 99919
21	1, 99633	1, 99965	0, 99919
22	1, 99634	1, 99966	0, 99922
23	1, 99635	1, 99967	0, 99924
24	1, 99641	1, 99973	0, 99938
25	1, 99655	1, 99787	0, 99970
26	1, 99670	0, 00002	1, 00005
27	1, 99687	0, 00019	1, 00044
28	1, 99707	0, 00039	1, 00090
29	1, 99735	0, 00067	1, 00154
30	1, 99769	0, 00101	1, 00233
31	1, 99810	0, 00142	1, 00328

Tavola XXVII. — PIOMBO

$\frac{t+T}{2}$	$\log \frac{\alpha M_{100,T}}{m_{100,T}}$	$\log C$	C
1	1, 99648	0, 00156	1, 00360
2	1, 99636	0, 00144	1, 00332
3	1, 99628	0, 00136	1, 00314
4	1, 99619	0, 00127	1, 00293
5	1, 99610	0, 00118	1, 00272
6	1, 99596	0, 00104	1, 00240
7	1, 99585	0, 00093	1, 00214
8	1, 99574	0, 00082	1, 00189
9	1, 99560	0, 00068	1, 00157
10	1, 99547	0, 00055	1, 00127
11	1, 99535	0, 00043	1, 00099
12	1, 99521	0, 00029	1, 00067
13	1, 99510	0, 00018	1, 00041
14	1, 99498	0, 00006	1, 00014
15	1, 99492	0	1
16	1, 99491	1, 99999	0, 99998
17	1, 99490	1, 99998	0, 99995
18	1, 99490	1, 99998	0, 99995
19	1, 99490	1, 99998	0, 99995
20	1, 99500	0, 00008	1, 00018
21	1, 99512	0, 00020	1, 00044
22	1, 99525	0, 00033	1, 00076
23	1, 99543	0, 00051	1, 00118
24	1, 99565	0, 00073	1, 00168
25	1, 99590	0, 00098	1, 00226
26	1, 99620	0, 00128	1, 00295
27	1, 99650	0, 00158	1, 00364
28	1, 99680	0, 00188	1, 00434
29	1, 99715	0, 00223	1, 00515
30	1, 99750	0, 00258	1, 00596
31	1, 99790	0, 00298	1, 00688

Tavola XXVIII. — Calori specifici veri alla temperatura θ.

θ	Col Platino	Col Rame palline grandi	Col Rame palline piccole	Con lo Stagno	Con lo Argento	Con il Piombo	Media
0	1, 00631	1, 00719	1, 00847	1, 00399	1, 00323	1, 00388	1, 00551
1	1, 00577	1, 00656	1, 00781	1, 00362	1, 00300	1, 00360	1, 00506
2	1, 00513	1, 00596	1, 00709	1, 00328	1, 00281	1, 00332	1, 00460
3	1, 00459	1, 00533	1, 00642	1, 00297	1, 00258	1, 00314	1, 00417
4	1, 00408	1, 00471	1, 00577	1, 00263	1, 00235	1, 00293	1, 00374
5	1, 00353	1, 00415	1, 00519	1, 00228	1, 00212	1, 00272	1, 00333
6	1, 00295	1, 00360	1, 00457	1, 00191	1, 00189	1, 00240	1, 00289
7	1, 00249	1, 00309	1, 00399	1, 00154	1, 00168	1, 00214	1, 00249
8	1, 00212	1, 00263	1, 00337	1, 00125	1, 00143	1, 00189	1, 00211
9	1, 00173	1, 00219	1, 00279	1, 00099	1, 00122	1, 00157	1, 00175
10	1, 00138	1, 00173	1, 00228	1, 00076	1, 00099	1, 00127	1, 00140
11	1, 00104	1, 00136	1, 00177	1, 00055	1, 00081	1, 00099	1, 00109
12	1, 00074	1, 00090	1, 00129	1, 00039	1, 00060	1, 00067	1, 00077
13	1, 00042	1, 00055	1, 00081	1, 00021	1, 00041	1, 00041	1, 00047
14	1, 00018	1, 00028	1, 00039	1, 00009	1, 00021	1, 00014	1, 00022
15	1	1	1	1	1	1	1
16	0, 99982	0, 99975	0, 99977	0, 99998	0, 99982	0, 99998	0, 99985
17	0, 99965	0, 99945	0, 99952	0, 99998	0, 99961	0, 99995	0, 99969
18	0, 99954	0, 99919	0, 99931	0, 99993	0, 99947	0, 99995	0, 99957
19	0, 99956	0, 99901	0, 99919	0, 99991	0, 99931	0, 99995	0, 99949
20	0, 99961	0, 99880	0, 99908	0, 99991	0, 99919	1, 00018	0, 99946
21	0, 99975	0, 99873	0, 99908	0, 99998	0, 99919	1, 00044	0, 99953
22	0, 99995	0, 99860	0, 99913	1, 00007	0, 99922	1, 00076	0, 99962
23	1, 00009	0, 99850	0, 99922	1, 00023	0, 99924	1, 00118	0, 99974
24	1, 00035	0, 99844	0, 99936	1, 00053	0, 99938	1, 00168	0, 99996
25	1, 00067	0, 99837	0, 99959	1, 00090	0, 99970	1, 00226	1, 00025
26	1, 00099	0, 99834	0, 99988	1, 00129	1, 00005	1, 00295	1, 00058
27	1, 00136	0, 99832	0, 99923	1, 00184	1, 00044	1, 00364	1, 00097
28	1, 00189	0, 99834	1, 00069	1, 00251	1, 00090	1, 00434	1, 00144
29	1, 00242	0, 99837	1, 00125	1, 00334	1, 00154	1, 00515	1, 00201
30	1, 00295	0, 99848	1, 00184	1, 00425	1, 00233	1, 00596	1, 00264
31	1, 00364	0, 99871	1, 00254	1, 00517	1, 00328	1, 00688	1, 00337

Esaminando la tavola precedente XXVIII, apparisce che il calore specifico dell' acqua determinato con sei metodi diversi presenta un andamento presso a poco identico, col crescere della temperatura: Con ciascheduno dei sei metodi troviamo che il calore specifico a partire da zero va decrescendo col crescere della temperatura, sino a raggiungere un valore minimo che corrisponde alla temperatura di circa + 18° col metodo delle palline di platino, di + 27° colle palline di rame grandi, di + 20°, colle palline di rame piccole, di + 20° colle palline di stagno, di + 20° con quelle di argento, di + 19° con quelle di piombo, e che al di sopra di questa temperatura, il calore specifico prende a crescere regolarmente coll' aumentare della temperatura.

Certamente esistono delle differenze nei valori del calore specifico corrispondenti ad una stessa temperatura, ma queste differenze non sono che piccolissime di fronte a quelle enormi che si riscontrano nelle misure degli sperimentatori che ci hanno preceduto in questa via di determinazioni; se si abbia riguardo alla natura delicatissima delle misure calorimetriche riteniamo che i fisici competenti in questo genere di studi troveranno abbastanza notevole l' accordo trovato con sei metodi assai indipendenti.

Noi abbiamo infatti mutato considerevolmente, le condizioni delle nostre esperienze variando la natura del metallo, il peso e il numero delle palline e la massa dell' acqua come risulta dal prospetto seguente:

	Peso totale delle palline in grammi	Numero delle palline	Peso di ciascheduna	Peso dell'acqua del calorimetro in grammi
Platino	118,4	48	2,gr.5	150
Rame (palline grandi). . . .	2830,0	80	35,4	8000
Rame (palline piccole). . . .	378,9	20	18,9	904
Stagno	650,8	33	20,0	890
Argento	253,2	30	8,4	520
Piombo	1600,0	55	29,1	2000

Le palline prima di essere adoperate erano state ripetutamente riscaldate in stufa a 100° e poscia raffreddate gettandole nell' ac-

qua fredda: questa operazione era stata ripetuta centinaja di volte, affine di ottenere un assetto stabile nelle proprietà termiche dei metalli che si dovevano cimentare: possiamo aggiungere che il calore specifico (medio fra + 100° e + 15°) di tutti i diversi metalli, e riferito all' acqua a + 15°, risultò alla fine delle nostre determinazioni, esattamente uguale a quello trovato in principio, cioè alcuni anni avanti.

Le regolarità che noi abbiamo trovato nelle precedenti determinazioni coi metalli, si deve principalmente alla grande cura che noi mettemmo nello studio dei nostri termometri, e segnatamente per quello che riguarda la correzione per lo spostamento dello zero e quella per la riduzione al termometro a gaz.

Alcuni degli sperimentatori che ci precorsero in questo studio, tralasciarono la determinazione di queste due correzioni, e si contentarono soltanto di riconoscere che i loro termometri erano ben calibrati e poco più; a ciò si deve, probabilmente, la grandissima discrepanza fra le loro determinazioni.

Come prova di ciò riportiamo una tavola che fu pubblicata in una nostra precedente memoria. (1)

In questa tavola sono scritti i calori specifici medî degli stessi metalli impiegati nelle determinazioni sopra riferite, ma i calcoli sono stati eseguiti senza applicare ai termometri calorimetrici la riduzione al termometro ad aria, e la correzione per lo spostamento dello zero corrispondente a ciascheduna temperatura.

---

(1) Bartoli e Stracciati, *Revisione di alcune misure calorimetriche fondamentali.* Nuovo Cimento, 3ª serie vol. XVIII, 1885; e Rendiconti dell' Accademia R. dei Lincei, seduta del 21 giugno 1885.

Temperature iniziali del liquido del calorimetro	Calorici specifici medii del			
	Rame del commercio (rispetto all'acqua)	Stagno (rispetto all'acqua)	Argento (rispetto all'acqua)	Piombo (rispetto all'acqua)
0° — 1°	0, 093 885	0, 056 100	0, 056 0795	0, 030 7209
1 — 2	766	106	—	—
2 — 3	963	173	1486	8690
3 — 4	815	084	—	—
4 — 5	856	0, 055 920	1100	9136
5 — 6	879	896	—	—
6 — 7	731	949	1429	8770
7 — 8	632	932	—	—
8 — 9	591	823	1588	9170
9 — 10	890	677	—	—
10 — 11	377	518	6363	0, 031 0482
11 — 12	335	660	—	—
12 — 13	221	585	2642	0038
13 — 14	412	440	—	—
14 — 15	439	576	9863	0, 030 9458
15 — 16	446	633	—	—
16 — 17	925	565	9517	9008
17 — 18	0, 094 014	932	—	—
18 — 19	0, 093 609	930	5232	0, 031 0383
19 — 20	697	832	—	—
20 — 21	989	991	5450	1198
21 — 22	0, 094 119	0, 056 289	—	—
22 — 23	0, 093 925	237	6588	0040
23 — 24	972	121	—	—
24 — 25	799	0, 055 761	4305	0, 030 8268
25 — 26	0, 094 035	770	—	—
26 — 27	0, 093 845	0, 056 026	5618	8068
27 — 28	0, 092 779	0, 055 383	—	—
28 — 29	0, 093 179	272	3950	9603
29 — 30	0, 093 549	354	—	—
30 — 31	0, 093 432	652	4574	7643
31 — 32	—	—	—	—
32 — 33	—	—	1422	6169

Ciascuno dei numeri qui inscritti è la media di 15 a 20 esperienze; le serie col rame e con lo stagno furono eseguite con i termometri Geissler, le altre serie con i termometri Baudin.

Se da questi dati, ricaviamo il calore specifico vero dell'acqua, di grado in grado da 0° a 32°, troveremo per ciaschedun metallo una curva sinuosa, che presenta un grande numero di *massimi* e *minimi* nel solo intervallo 0° — 31° ! ! Resultati analoghi abbiamo ottenuti impiegando palline di platino coll' acqua.

Il bello si è che anche il mercurio, studiato con lo stesso metodo e con gli stessi termometri ci ha presentato le stesse singolarità dell' acqua; cioè *con gli stessi termometri* (1), *il calore specifico*

(1) S' intende, con gli stessi termometri, ma non corretti per la posizione dello zero corrispondente alle diverse temperature, nè per la riduzione al termometro a gaz.

vero del mercurio fra 0° e 31° presenta un grande numero di massimi e minimi, i quali, in generale, coincidono coi massimi e minimi del calore specifico vero dell' acqua, studiato con gli stessi termometri !!!

Temperature iniziali del liquido del calorimetro	Calore specifico medio del Platino (rispetto al mercurio purissimo)	Temperature iniziali del liquido del calorimetro	Calore specifico medio del Platino (rispetto al mercurio purissimo)
0° — 1°	0, 96 8613	17 — 18	—
1 — 2	—	18 — 19	0, 96 9153
2 — 3	3524	19 — 20	—
3 — 4	—	20 — 21	0, 96 9171
4 — 5	3961	21 — 22	—
5 — 6	—	22 — 23	8732
6 — 7	1009	23 — 24	—
7 — 8	—	24 — 25	0, 97 0200
8 — 9	1866	25 — 26	—
9 — 10	—	26 — 27	0, 97 1436
10 — 11	4461	27 — 28	—
11 — 12	—	28 — 29	0, 97 2417
12 — 13	1375	29 — 30	—
13 — 14	—	30 — 31	0, 97 1215
14 — 15	0144		—
15 — 16	—		—
16 — 17	0, 95 8967		

Ognun vede dunque a quale causa si debbano attribuire i molteplici massimi e minimi trovati nel calore specifico dell' acqua da qualche poco cauto sperimentatore.

L' insigne fisico E. A. Rowland a cui si debbono molte importanti determinazioni calorimetriche trovò " che il calore specifico " dell' acqua decresce da 0° a + 29°, dopo il qual punto *cresce*. " Questo fatto, egli aggiunge, avviene solamente quando la tem- " peratura sia misurata con un termometro ad aria, e non è più " vero quando sia misurata con alcuni termometri a mercurio " compreso quello costruito dal Geissler. „ (1)

Ciò è perfettamente d'accordo coi nostri resultati, salvo che noi troviamo il minimo a + 20° invece che a + 29°.

Nella nota a fine di questa pagina, riferiamo i resultati della analisi chimica dei metalli impiegati nelle ricerche precedenti. (2)

(1) E. A. Rowland, *Relazione critica sulle varie determinazioni dell' equivalente meccanico della caloria;* Venezia 1882. Tipografia Antonelli, pag. 78. (Memoria premiata dal R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti).

(2) Due palline di platino del peso complessivo di grammi 5 furono disciolte nell'acqua regia: l' analisi più scrupolosa rilevò una piccolissima quantità d'iridio, e traccie di metalli della famiglia del platino.

Il rame (palline piccole, dorate) conteneva il 0, 13 per cento di stagno e 0, 12 d'oro e trac-

III.

Esperienze fatte mescolando acqua a 0° con acqua alla temperatura dell' ambiente.

In queste esperienze si adoprò il grande calorimetro di nichel, che ci aveva già servito per le esperienze con le palline di rame grandi, disposto al solito modo entro allo stesso recinto alla Berthelot. L' agitatore fu costruito appositamente per queste esperienze: era anch' esso di nichel ed è rappresentato dalla fig. 2 della tav. 1; *dd* sono due sottili lamine orizzontali, di un diametro poco inferiore a quello del calorimetro, distanti circa un terzo dell' altezza del calorimetro, e riunite da due bacchette verticali *aa* e da tre larghe lamine piegate ad elica, le quali servivano egregiamente a rimescolare il liquido. Un foro centrale lasciava libero passaggio al termometro.

Per raffreddare a zero l' acqua da versare dentro il calorimetro, adoperammo una grande boccia di nichel della capacità di parecchi litri, la quale si circondava completamente di ghiaccio entro una cassa appositamente costruita, della capacità di più quintali.

La boccia di nichel era munita di un agitatore e vi era immerso un termometro sensibilissimo, diviso a centesimi di grado, coi centesimi ampi oltre un millimetro (1).

---

cie di altri metalli (L' analisi fu fatta sciogliendo 19 grammi di rame): Il rame, palline grandi, conteneva il 0, 005 per cento di stagno.

Lo stagno conteneva 0,030 per cento di ferro, e il 0,008 di piombo (l' analisi fu fatta sopra 18 grammi di stagno).

L' argento conteneva il 0,047 per cento di rame ed il 0,016 di oro (l' analisi fu fatta sopra 6,4 gr. di argento).

Il piombo conteneva il 0,033 per cento di Tallio e traccie di altri metalli: L'analisi fu fatta su 28 grammi di piombo.)

Le analisi furono eseguite dal chiarissimo sig. prof. G. Papasogli nel laboratorio di Chimica della R. Scuola superiore di Mercilogia in Firenze, che qui nuovamente ringraziamo.

(1) Questo termometro che si adoperava per determinare la temperatura dell' acqua della boccia fu fatto costruire appositamente; avea il serbatojo lungo 10 centimetri in modo da occupare gran parte dell' altezza della boccia, ed era graduato da — 3° a + 3°: esso rimaneva sempre nella boccia, e perciò ad una temperatura molto vicina a zero, per tutto il tempo che durarono queste esperienze coll' acqua fredda, (circa 2 anni).

Il termometro era stato costruito dal Müller successore del Geissler (a Bonn).

L' apparecchio per mantenere l' acqua a zero, il quale era assai complicato, fu costrutto abilmente dalla officina Turchini di Firenze, via S. Gallo.

L' apparecchio non differiva molto per la disposizione da quello del Rowland, (On the mechanical equivalent of heat, Cambridge. 1880, pag. 123 fig. 4ª) il nostro però era colossale, ed assai più complicato.

Le esperienze erano condotte nel seguente modo: riempita la boccia di nichel di acqua già freddata sino a pochi gradi sopra zero, la si richiudeva, e si lasciava a sè per circa 24 ore, avendo cura ogni tante ore, di aggiungere del ghiaccio nella cassa, in quantità uguale a quello che si era fuso. Dopo circa 24 ore si agitava di tratto in tratto l'acqua della boccia di nichel, ed in pari tempo si leggeva il termometro col cannocchiale, per assicurarsi che la temperatura non variava più anche in capo a dieci minuti, e che essa era inferiore a + 0°,020.

Allora si cominciava a leggere il termometro del calorimetro, nel quale, già da lungo tempo si era introdotta una nota massa d'acqua, (determinata colla bilancia); il termometro calorimetrico si leggeva di minuto in minuto mentre un assistente agitava l'acqua del calorimetro; quando si giudicava opportuno si faceva cadere una certa quantità di acqua a zero nel calorimetro.

Manovrando l' agitatore, bastava un minuto perchè la temperatura del calorimetro raggiungesse un valore che restava per un poco costante e che dopo cominciava ad aumentare regolarmente: si notava quel valore come temperatura finale del mescuglio e si osservava la temperatura per altri 9 minuti per fare poi la correzione del calore acquistato dall' ambiente durante l' esperienza.

Terminata la esperienza si ripesava il calorimetro e l' aumento di peso rappresentava l' acqua fredda versatavi (1).

Per dedurre da queste esperienze il calorico specifico dell'acqua di grado in grado, come dalle esperienze fatte coi metalli, ab-

(1) Gli apparecchi per mantenere l' acqua a zero erano due, perfettamente uguali: potevamo perciò eseguire anche due determinazioni nel periodo di ventiquattro ore.

Per evitare che si deponesse un velo di rugiada sulle pareti esterne del calorimetro, dopo avere versata l' acqua fredda, si ebbe cura di mantenere l'aria abbastanza secca nella sala delle esperienze, con calce viva, tenuta in diverse casse.

Inoltre il raffreddamento dell' acqua del calorimetro non superò mai i 3°,5 — La superficie speculare di nichel, permetteva di scorgere nettamente il più piccolo velo di rugiada deposta e noi abbiamo rinunziato a quelle poche esperienze nelle quali ciò avvenne.

biamo cominciato dal calcolare, da ciascuna esperienza, il calorico specifico dell' acqua del calorimetro, prendendo come unità quello dell' acqua fredda versatavi. Diremo prima di questi calcoli e poi degli altri.

Per le correzioni da apportare ai termometri calorimetrici, (che furono gli stessi che avevamo adoprato per le esperienze coi metalli), possiamo riferirci a quanto abbiamo già detto precedentemente. Soltanto aggiungeremo che in queste esperienze si tenne conto del punto fino al quale era immerso il termometro avanti e dopo il mescuglio e si dedusse da ciò la pressione sofferta nei due casi dal centro del bulbo, e si calcolò la correzione dovuta all'aumento di pressione esterna prodotto versando l' acqua fredda.

La correzione di pressione esterna fu fatta anche pel termometro che dava la temperatura dell' acqua fredda della boccia riducendone le indicazioni alla pressione normale.

La correzione per la colonna non immersa del termometro calorimetrico fu fatta, tanto avanti come dopo il mescuglio con l' acqua fredda, prendendo per temperatura della parte non immersa quella indicata da un termometrino a quinti di grado sospeso accanto all'asta del termometro calorimetrico.

Il riscaldamento del calorimetro prodotto dall'ambiente, nel minuto che correva dall' istante in cui si faceva il mescuglio, a quello nel quale si osservava la temperatura finale, si è determinato ammettendo che fosse la media dei riscaldamenti che avvenivano in un eguale intervallo di tempo avanti e dopo il mescuglio; e questi erano dedotti dalla variazione di temperatura che avveniva in 9 minuti.

Quanto alle pesate vale quello che abbiamo già detto, anzi in queste esperienze sarebbe stato inutile fare la riduzione al vuoto del peso dell' acqua, poichè si mescolava acqua con acqua e le due correzioni si eliminavano poi nel calcolo , (facendo il rapporto dei pesi).

Per dare qualche esempio , riportiamo nelle tavole seguenti (Tav. XXIX a XXXI) tutti i dati relativi ad alcune delle molte determinazioni che facemmo col metodo sopra descritto.

Tavola

Numero d' ordine	Data	Pressione atmosferica ridotta a zero	Press. sul centro del bulbo del termometro calorimetrico espressa in millimetri di mercurio: avanti di versare l' acqua fredda	Press. sul centro del bulbo del termometro calorimetrico espressa in millimetri di mercurio: dopo versata l' acqua fredda	Temperatura dell' ambiente e della colonna termometrica emergente	Nome del termometro calorimetrico	Nome del termometro che dà la temperatura dell' acqua fredda	Il termometro calorimetrico era immerso fino a: avanti di versare l'acqua fredda	Il termometro calorimetrico era immerso fino a: dopo versata l' acqua fredda	Correzione per la colonna del termometro calorimetrico non immersa: avanti di versare l'acqua fredda	Correzione per la colonna del termometro calorimetrico non immersa: dopo versata l' acqua fredda	Correzione per l' aumento di pressione sul termometro prodotto dall' aggiunta dell' acqua	Peso dell' acqua del calorimetro, ridotto al vuoto	Equivalente in acqua del calorimetro, dell'agitatore e del termometro	Peso dell' acqua fredda ridotto al vuoto	Posizione dello zero ridotta alla pressione normale pel termometro: calorimetrico	Posizione dello zero ridotta alla pressione normale pel termometro: che dà la temperatura dell'acqua fredda	avan 10' osservata
	1886																	
3780	Giugno 12	754,3	757,7	760,3	22,8	G	C	0,0	17,56	+0,0011	—0,0010	—0,0006	6668,08	88,79	1083,78	—0,009	+0,239	23,200
3783	Giugno 15	754,2	757,6	760,0	22,1	G	C	0,0	17, 5	+0,0033	—0,0004	—0,0006	6724,35	88,77	1061,05	—0,009	+0,239	23,170
3765	Maggio 28	756,5	759,9	762,5	24,0	G	C	0,0	17, 6	—0,0018	—0,0021	—0,0006	6757,72	88,81	1153,39	—0,012	+0,249	23,490
3441	Giugno 12	754,3	757,7	760,5	22,6	G	B	0,0	17,66	+0,0026	—0,0008	—0,0007	6496,00	88,82	1180,32	—0,009	+0,291	23,476
3789	Giugno 21	747,2	750,6	753,1	21,8	G	C	0,0	17,56	+0,0049	—0,0006	—0,0006	6699,09	88,79	1105,56	—0,009	+0,239	23,392
3445	Giugno 16	752,1	755,5	756,9	23,5	G	B	0,0	0, 6	—0,0023	—0,0075	—0,0003	6811,56	88,68	639,60	—0,009	+0,291	22,890
3421	Maggio 23	759,7	763,1	764,8	26,1	G	B	0,0	$\frac{1}{4}$ del serbatoio	—0,0096	—0,0117	—0,0004	6732,85	88,71	871,43	—0,012	+0,311	23,220
3766	Maggio 29	756,4	759,8	762,6	24,2	G	C	0,0	17,65	—0,0016	—0,0014	—0,0007	6774,60	88,82	1183,30	—0,012	+0,249	23,744
3428	Maggio 30	757,3	760,7	762,1	24,2	G	B	0,0	principio serbatoio	—0,0036	—0,0103	—0,0003	6766,87	88,68	830,88	—0,012	+0,311	23,144
3776	Giugno 8	751,9	757,9	759,3	23,4	G	C	17,6	18, 2	—0,0003	—0,0009	—0,0003	6692,16	89,01	939,75	—0,009	+0,239	23,310

XXIX.

TEMPERATURE DEL CALORIMETRO												Correzione pel riscaldamento del calorimetro dovuto al raggiamento ecc.	Raffreddamento dell' acqua del calorimetro	Temperatura dell' acqua fredda versata nel calorimetro		Riscaldamento dell' acqua fredda versata nel calorimetro	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
ti il mescuglio			nell' istante del mescuglio		dopo il mescuglio												
5' osservata	3' osservata	1' osservata	osservata	corretta T	1' osservata	1' corretta t	2' osservata	4' osservata	6' osservata	8' osservata	10' osservata			osservata	corretta		
23,200	23,200	23,199	23,1989	23,1538	19,980	19,9470	19,984	19,992	20,000	20,008	20,016	+0,0019	3,2114	+0,259	+0,0193	19,9242	0,99515
23,165	23,162	23,160	23,1589	23,1142	20,028	19,9954	20,031	20,036	20,040	20,046	20,050	+0,0007	3,1238	+0,261	+0,0208	19,9729	99574
23,491	23,492	23,492	23,4922	23,4472	20,095	20,0660	20,100	20,108	20,118	20,124	20,136	+0,0024	3,3845	+0,245	0,0000	20,0609	99853
23,472	23,470	23,468	23,4693	23,4215	19,896	19,8630	19,900	19,907	19,912	19,920	19,924	+0,0011	3,5637	+0,311	+0,0193	19,8411	99798
23,390	23,389	23,389	23,3887	23,3417	20,100	20,0680	20,104	20,112	20,120	20,130	20,136	+0,0018	3,2816	+0,258	+0,0194	20,0456	99490
22,889	22,888	22,888	22,8878	22,8458	20,946	20,9150	20,948	20,952	20,958	20,960	20,964	+0,0009	1,9372	+0,312	+0,0207	20,8858	99935
23,230	23,236	23,240	23,2422	23,1977	20,600	20,5720	20,604	20,613	20,622	20,631	20,640	+0,0033	2,6335	+0,312	0,0000	20,5566	99716
23,746	23,747	23,747	23,7484	23,6998	20,248	20,2190	20,252	20,260	20,270	20,276	20,284	+0,0022	3,4835	+0,247	0,0000	20,2147	1,00047
23,147	23,148	23,149	23,1496	23,1080	20,642	20,6140	20,646	20,653	20,660	20,669	20,676	+0,0022	2,5032	+0,309	0,0000	20,6012	0,99745
23,310	23,310	23,309	23,3089	23,2627	20,460	20,4290	20,464	20,473	20,480	20,486	20,496	+0,0019	2,8365	+0,254	+0,0138	20,4121	0,99727

Tavola

Numero d'ordine	Data	Pressione atmosferica ridotta a zero	Press. sul centro del bulbo del termometro calorimetrico espressa in millimetri di mercurio: avanti di versare l'acqua fredda	Press. sul centro del bulbo del termometro calorimetrico espressa in millimetri di mercurio: dopo versato l'acqua fredda	Temperatura dell'ambiente e della colonna termometrica emergente	Nome del termometro calorimetrico	Nome del termometro che dà la temperatura dell'acqua fredda	Il termometro calorimetrico era immerso fino a: avanti di versare l'acqua fredda	Il termometro calorimetrico era immerso fino a: dopo versata l'acqua fredda	Correzione per la colonna del termometro calorimetrico non immersa: avanti di versare l'acqua fredda	Correzione per la colonna del termometro calorimetrico non immersa: dopo versata l'acqua fredda	Correzione per l'aumento di pressione sul termometro prodotto dall'aggiunta dell'acqua	Peso dell'acqua del calorimetro ridotto al vuoto	Equivalente in acqua del calorimetro, dell'agitatore e del termometro	Peso dell'acqua fredda ridotto al vuoto	Posizione dello zero ridotta alla pressione normale pel termometro: calorimetrico	Posizione dello zero ridotta alla pressione normale pel termometro: che dà la temperatura dell'acqua fredda	avan: 10' osservata
	1885																	
3606	Novem. 23	744.4	750.8	753.0	14.0	D	C	8,0	8,9	—0,0003	—0,0006	—0,0005	6204,33	89,06	1324.62	—0.060	+0,225	13,574
	1886																	
3369	Marzo 26	763,9	768,6	770,5	14,3	K	B	0,0	2,0	—0,0016	—0,0040	—0,0004	6097,98	88,07	1196,29	+0,125	+0,312	13,700
3730	Aprile 21	751,3	757,6	760,7	13,8	E	C	8,0	9,3	—0,0000	—0,0006	—0,0007	6561,13	89,32	1674,10	—0,030	+0,250	13,890
3742	Maggio 5	762,0	768,3	771,9	15,4	E	C	8,0	9,5	—0,0013	—0,0007	—0,0009	6715,44	89,39	1610,25	—0,038	+0,240	13,751
3902	Novem. 15	753,4	758,5	761,9	14,0	2	C	0,0	sopra il serbatoio	—0,0001	—0,0026	—0,0005	6094,62	89,71	1627,25	+0,198	+0,330	14,290
3728	Aprile 19	746,6	752,9	756,2	14,6	E	C	8,0	9,4	—0,0007	—0,0009	—0,0008	6558,18	89,36	1511,76	—0,030	+0,250	13,830
3701	Marzo 23	759,8	763,3	767,5	15,0	E	C	0,0	8,6	—0,0016	—0,0013	—0,0010	6195,62	89,09	1875,49	—0,030	+0,259	14,220
3365	Marzo 22	760,5	764,0	766,6	11,1	E	B	0,0	7,9	—0,0012	—0,0000	—0,0006	6115,37	88,86	1153,75	—0,030	+0,327	13,716
2889	Novem. 2	765,7	770,8	773,9	14,3	2	C	0,0	sopra il serbatoio	—0,0006	—0,0026	—0,0005	6595,62	89,71	1588,00	+0,198	+0,330	14,370
	1885																	
3257	Novem. 10	759,0	765,4	767,7	14,8	D	B	8,0	9,0	+0,0001	—0,0011	—0,0005	6454,21	89,09	1103,32	—0,060	+0,282	14,860
	1886																	
3404	Maggio 6	755,8	762,1	764,3	16,3	E	B	8,0	8,9	—0,0016	—0,0016	—0,0005	6698,72	89,19	968,43	—0,038	+0,298	14,710
3406	Maggio 8	757,2	763,5	765,7	16,8	E	B	8,0	8,9	—0,0018	—0,0022	—0,0005	6665,32	89,19	1020,40	—0,038	+0,298	14,896
4010	Novem. 8	751,0	756,1	758,0	16,0	2	B	0,0	0,7	—0,0028	—0,0053	—0,0003	6283,77	89,40	844,70	+0,198	+0,365	15,040
	1885																	
3583	Ottobre 30	754,6	761,0	763,4	15,1	D	C	8,0	9,0	—0,0001	—0,0012	—0,0006	6578,60	89,09	1138,85	—0,060	+0,204	14,998
3585	Novem. 1	749,8	756,2	759,4	14,0	D	C	8,0	9,3	+0,0013	—0,0007	—0,0008	6371,41	89,20	1457,77	—0,060	+0,204	15,216
3249	Novem. 2	753,9	760,2	763,0	15,2	D	B	8,0	9,1	—0,0002	—0,0013	—0,0007	6314,29	89,13	1248,84	—0,060	+0,282	15,020
3586	Novem. 2	753,8	760,1	762,9	15,0	D	C	8,0	9,1	+0,0001	—0,0011	—0,0007	6346,10	89,13	1177,19	—0,060	+0,204	15,108
3254	Novem. 7	753,5	759,9	762,6	14,6	D	B	8,0	9,1	+0,0004	—0,0010	—0,0006	6342,09	89,13	1226,28	—0,060	+0,282	15,037
3256	Novem. 9	756,7	763,1	765,8	15,2	D	B	8,0	9,1	—0,0001	—0,0013	—0,0006	6465,31	89,13	1320,96	—0,060	+0,282	15,054
	1886																	
3716	Aprile 7	756,0	762,3	767,1	16,2	E	C	8,0	10,05	—0,0004	—0,0011	—0,0012	6276,46	89,57	2147,16	—0,030	+0,250	15,920
3753	Maggio 16	758,9	765,2	767,8	15,5	E	C	8,0	9,1	—0,0005	—0,0011	—0,0006	6758,73	89,26	1151,37	—0,038	+0,240	15,076
4003	Novem. 1	753,7	758,8	761,0	16,3	2	B	0,0	0,8	—0,0033	—0,0059	—0,0003	6795,18	89,45	967,90	+0,198	+0,365	15,222

XXX.

TEMPERATURE DEL CALORIMETRO												Correzione pel riscaldamento del calorimetro dovuto al raggiamento ecc.	Raffreddamento dell' acqua del calorimetro	Temperatura dell' acqua fredda versata nel calorimetro		Riscaldamento dell' acqua fredda versata nel calorimetro	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
ti il mescuglio			nell' istante del mescuglio		dopo il mescuglio												
5' osservata	3' osservata	1' osservata	osservata	corretta T	1' osservata	1' corretta t	2' osservata	4' osservata	6' osservata	8' osservata	10' osservata			osservata	corretta		
13.575	13.575	13.576	13.5762	13.5965	11.206	11.2330	11.210	11.226	11.221	—	11.236	+0.0018	2.3661	+0.222	0.0000	11.2301	0.99898
13.710	13.716	13.720	13.7222	13.5022	11.540	11.3140	11.544	11.556	11.564	11,574	11.584	+0.0036	2.1946	+0.325	+0.0108	11.2952	99532
13.890	13.890	13.891	13.8911	13.8751	11.077	11.0790	11.080	11.086	11.092	11.100	11.102	+0.0014	2.7988	+0.250	0.0000	11.0763	99621
13.756	13.757	13.760	13.7610	13.7530	11.108	11.1180	11.112	11.120	11.126	11.133	11.149	+0.0023	2.6376	+0.258	+0.0160	11.0981	99567
14.290	14.291	14.292	14.2922	13.9242	11.382	11.0192	11.386	11.394	11.403	11.410	11.419	+0.0022	2.9102	+0.350	+0.0195	10.9944	99496
13.832	13.833	13.835	13.8356	13.8196	11.249	10.2510	11.252	11.260	12.264	11.272	11.280	+0.0020	2.5716	+0.249	0.0000	11.2473	99464
14.214	14.211	14.209	14.2078	14.1914	10.920	10.9220	10.923	10.930	10.936	10.944	10.952	+0.0012	3.2713	+0.259	0.0000	10.9185	99603
13.704	13.698	13.694	13.6916	13.6756	11.531	11.5304	11.532	11.534	11.535	11.537	11.538	+0.0008	2,1492	+0.329	+0.0004	11.5302	97766
14.372	14.373	14.374	14.3744	14.0064	11.680	11.3132	11.684	11.690	11.700	11.706	11.714	+0.0021	2.6978	+0.350	+0.0175	11.2905	99410
14.860	14.860	14.860	14.8600	14.8858	12.719	12.7390	12.722	12.728	12.736	12.740	12.743	+0.0013	2.1498	+0.299	+0.0156	12.7205	0,99772
14.714	14.716	14.717	14.7178	14.7088	12.880	12.8720	12.882	12.888	12.891	12.896	12.900	+0.0015	1.8388	+0.320	+0.0211	12.8473	99680
14.898	—	14.900	14.9008	14.8908	12.940	12.9320	12.943	12.947	12.951	12.956	12.964	+0.0016	1.9613	+0.318	+0.0189	12.9088	99453
15.045	15.047	15.048	15.0489	14.6779	13.332	12.9593	12.335	—	12.348	12.353	12.356	+0.0018	1.7232	+0.386	+0.0209	12.9310	99459
15.000	15.000	15.000	15.0013	15.0263	12.810	12.8300	12.814	12.820	12.826	12.833	12.838	+0.0017	2,1997	+0.208	+0.0033	12.8232	99569
15.240	15.239	15.238	15.2371	15.2601	12.420	12.4412	12.424	12.430	12.436	12.440	12.443	+0.0008	2.8225	+0.208	+0.0040	12.4349	99409
15.020	15.020	15.021	15.0211	15.0461	12.571	12.5917	12.574	12.580	12.588	12.594	12.600	+0.0017	2.4579	+0.289	+0.0064	12.5816	99831
15.109	15.109	15.111	15.1113	15.1356	12·771	12.7910	12.774	12.782	12.787	12.794	12.800	+0.0018	2.3483	+0.212	+0.0074	12.7800	99554
15.033	15.032	15.029	15.0281	15.0531	12.620	12.6402	12.622	12.627	12.631	12.636	12.640	+0.0007	2,4156	+0.290	+0.0075	12.6304	99698
15,056	15.057	15.058	15.0584	15.0832	12.532	12.5530	12.536	12.542	12.548	12.555	12.560	+0.0018	2.2983	+0.219	+0.0089	12.8687	99769
15.922	15,923	15.924	15.9244	15,9044	11.901	11.8944	11,907	11,920	11.932	11.945	11.958	+0.0034	4,0153	+0,250	0.0000	11,8887	99865
15.077	15.077	15,078	15,0782	15,0672	12.902	12.8940	12,905	12.912	12.920	12.924	12.931	+0.0017	2.1764	+0.259	+0.0176	12.8727	99445
15.223	15.222	15.224	15.2246	14.8523	13,395	13,0230	13,400	13.405	13.410	13.416	13.420	+0.0017	1,8339	+0.390	+0.0244	12.9907	99588

Tavola XXXI.

Acqua a zero versata nell' acqua alla temperatura dell' ambiente

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3689	U	3°,65	3°,10	0, 99733
3691	U	3, 75	3, 27	0, 99959
3323	U	3, 89	3, 47	0, 99871
3658	U	3, 93	3, 22	0, 99963
Media		3, 80	3, 26	0, 99882
3355	U	4°,05	3°,64	0, 99862
3356	U	4, 07	3, 71	0, 99651
3659	U	4, 42	3, 59	0, 99917
3692	U	4, 59	3, 84	1, 00004
3354	U	4, 69	4, 33	0, 99534
3688	U	4, 80	4, 12	1, 00055
Media		4, 44	3, 87	0, 99837
3641	T	5°,06	4°,31	0, 99837
3657	U	5, 13	4, 23	0, 99713
3660	U	5, 28	4, 37	0, 99880
3628	U	5, 31	4, 54	0, 99703
3661	U	5, 50	4, 51	0, 99877
3325	U	5, 54	4, 92	1, 00058
Media		5, 30	4, 48	0, 99845
3302	T	5°,56	4°,97	0, 99749
3662	U	5, 56	4, 63	0, 99779
3322	U	5, 64	5, 03	0, 99824
3639	T	5, 69	4, 72	0, 99929
3656	U	5, 77	4, 81	0, 99949
3326	U	5, 95	5, 33	0, 99841
Media		5, 69	4, 91	0, 99845
3694	U	6°,28	5°,34	0, 99692
3638	T	6, 07	5, 12	0, 99826
3640	T	6, 08	5, 11	0, 99569
3663	U	6, 06	5, 00	0, 99987
3655	U	6, 19	5, 21	0, 99975
3669	U	6, 23	5, 20	0, 99797
3665	U	6, 35	5, 24	1, 00109
3629	T	6, 36	5, 40	1, 00008
3328	U	6, 38	5, 69	0, 99659
Media		6, 22	5, 26	0, 99847
3664	U	6°,41	5°,20	0, 99789
3359	U	6, 43	5, 90	0, 99810
3627	T	6, 43	5, 55	0, 99776
3321	U	6, 44	5, 76	0, 99881
3642	T	6, 61	5, 37	1, 00052
3644	T	6, 53	5, 48	0, 99873
3303	T	6, 69	5, 97	0, 99782
Media		6, 51	5, 60	0, 99852
3335	U	6°,71	6°,02	1, 00083
3333	U	6, 73	6, 48	0, 99943
3332	U	6, 76	6, 05	0, 99858
3667	U	6, 85	5, 68	0, 99576
3626	T	6, 92	5, 96	0, 99834
3301	T	6, 93	6, 24	0, 99550
3306	T	6, 95	6, 22	0, 99797
3352	U	6, 94	6, 33	1, 00001
3654	U	6, 84	5, 69	0, 99768
3680	U	6, 86	5, 84	1, 00051
3347	U	6, 96	6, 29	0, 99954
Media		6, 86	6, 07	0, 99856
3313	T	7°,00	6°,30	0, 99727
3308	T	7, 01	6, 21	0, 99788
3288	T	7, 14	6, 51	0, 99983
3643	T	7, 00	5, 77	0, 99760
3681	U	7, 05	6, 06	0, 99680
3679	U	7, 19	6, 09	0, 99705
3625	T	7, 29	6, 38	1, 00133
3683	U	7, 30	6, 22	0, 99845
3635	T	7, 28	6, 17	0, 99983
Media		7, 14	6, 19	0, 96845
3319	U	7°,32	6°,56	0, 99803
3684	U	7, 34	6, 33	0, 99702
3685	U	7, 49	6, 55	0, 99598
3299	T	7, 38	6, 57	0, 99924
3300	T	7, 42	6, 65	0, 99912
3309	T	7, 42	6, 68	0, 99654
3346	U	7, 35	6, 64	0, 99788
3682	U	7, 46	6, 31	1, 00069
3292	T	7, 50	6, 67	1, 00042
3647	T	7, 54	6, 32	0, 99989
3349	U	7, 57	6, 81	0, 99783
3307	T	7, 62	6, 75	0, 99462

Segue Tavola XXXI.

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3634	T	7°,66	6°,55	1, 00081
3310	T	7, 66	6, 97	0, 99462
3653	U	7, 67	6, 38	1, 00026
Media		7, 49	6, 58	0, 99820
3678	U	7°,77	6°,60	0, 99696
3345	U	7, 75	7, 01	0, 99895
3670	U	7, 78	6, 48	0, 99824
3360	U	7, 78	7, 20	0, 99681
3351	U	7, 82	7, 21	0, 99612
3624	T	7, 86	6, 90	0, 99910
3334	U	7, 80	7, 01	0, 99870
3334	U	7, 84	7, 06	0, 99975
3675	U	7, 86	6, 58	0, 99604
3652	U	7, 81	6, 42	0, 99828
3646	T	7, 90	6, 85	0, 99815
3311	T	7, 95	7, 21	0, 99764
3348	U	7, 91	7, 16	0, 99861
Media		7, 83	6, 89	0, 99795
3698	U	8°,15	6°,93	0, 99514
3636	T	8, 01	6, 80	0, 99926
3672	U	8, 07	6, 82	0, 99689
3676	U	8, 14	6, 86	0, 99625
3317	U	8, 18	7, 27	0, 99637
3633	T	8, 19	7, 10	1, 00015
3649	T	8, 22	6, 83	1, 00054
3650	T	8, 25	6, 91	1, 00083
3651	U	8, 26	7, 04	0, 99622
3318	U	8, 29	7, 39	0, 99498
3632	T	8, 31	7, 02	0, 99993
3336	U	8, 25	7, 54	0, 99612
Media		8, 19	7, 07	0, 99772
3908		8°,39	7°,54	0, 99543
3673	U	8, 38	7, 06	0, 99835
3341	U	8, 39	7, 61	0, 99919
3316	U	8, 43	7, 47	1, 00004
3909		8, 41	7, 54	0, 99376
3914		8, 42	7, 42	0, 99403
4024		8, 54	7, 84	0, 99516
3340	U	8, 51	7, 75	0, 99864
3342	U	8, 56	7, 76	0, 99975
3363	U	8, 61	7, 83	0, 99738
3315	T	8, 66	7, 83	1, 00104
Media		8, 48	7, 60	0, 99725

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3910		8°,71	7°,83	0, 99680
3337	U	8, 74	7, 86	0, 99937
3339	U	8, 81	7, 88	0, 99952
3343	U	8, 89	8, 10	0, 99732
4030		8, 84	8, 11	0, 99376
Media		8, 80	7, 96	0, 99735
3603	T	9°,13	8°,18	1, 00096
3917		9, 12	7, 90	0, 99451
3911		9, 29	8, 10	0, 99494
3918		9, 28	8, 05	0, 99547
3266	T	9, 28	8, 73	1, 00109
3907		9, 37	8, 10	0, 99458
Media		9, 24	8, 18	0, 99692
3605	T	9°,58	8°,42	0, 99835
3919		9, 55	8, 15	0, 99161
3619	T	9, 60	8, 52	0, 99838
3620	T	9, 77	8, 53	0, 99892
3280	T	9, 87	8, 93	0, 99701
4022		9, 98	9, 19	0, 99291
Media		9, 72	8, 62	0, 99620
3282	T	10°,22	9°,22	0, 99777
3621	T	10, 24	8, 98	0, 99692
3616	T	10, 40	9, 14	0, 99614
3608	T	10, 52	9, 34	0, 99457
3278	T	10, 56	9, 61	0, 99816
3609	T	10, 59	9, 45	0, 99344
3622	T	10, 57	9, 02	0, 99325
Media		10, 44	9, 25	0, 99575
3601	T	10°,77	9°,56	0, 99658
3272	T	10, 89	10, 07	0, 99412
3264	T	10, 91	9, 97	0, 99676
3273	T	10, 98	10, 02	0, 99484
3598	T	10, 61	9, 24	0, 99677
3613	T	10, 93	9, 64	0, 99506
3623	T	10, 73	9, 32	0, 99575
Media		10, 83	9, 69	0, 99570

Segue Tavola XXXI.

Num. d' ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{r,t}}{C_{t,r}}$
3612	T	11°,06	9°,86	0, 99741
3611	T	11, 11	9, 77	0, 99589
3275	T	11, 17	10, 06	0, 99463
3906		11, 29	10, 04	0, 99396
3724	K	11, 36	10, 02	0, 99652
Media		11, 20	9, 95	0, 99568
3276	T	11°,44	10°,36	0, 99297
3610	T	11, 53	10, 83	0, 99442
3703	K	11, 49	9, 82	0, 99906
3269	T	11, 62	10, 56	0, 99476
3367	K	11, 64	10, 63	0, 99564
3726	K	11, 66	10, 22	0, 99729
Media		11, 56	10, 40	0, 99569
3277	T	11°,70	10°,57	0, 99482
3368	K	11, 72	10, 65	0, 99452
3722	E	11, 79	10, 66	0, 99541
3389	K	11, 75	10, 72	0, 99715
3725	K	11, 71	9, 74	0, 99593
4019		11, 75	10, 92	0, 99564
4020		11, 74	10, 91	0, 99497
4021		11, 74	10, 86	0, 99221
3699	E	11, 77	10, 31	0, 99675
3700	E	11, 95	10, 22	0, 99629
3705	K	11, 99	10, 21	0, 99721
3904		11, 86	10, 72	0, 99740
Media		11, 79	10, 54	0, 99569
3704	K	12°,09	10°,56	0, 99751
3706	K	12, 01	10, 28	0, 99620
3727	K	12, 08	10, 89	0, 99732
3391	K	12, 29	11, 40	0, 99442
3897		12, 23	10, 95	0, 99540
3392	K	12, 34	11, 43	0, 99473
3898		12, 09	10, 76	0, 99468
Media		12, 16	10, 89	0, 99575
3606	D	12°,41	11°,23	0, 99898
3369	K	12, 42	11, 31	0, 99532
3730	E	12, 48	11, 07	0, 99621
3742	E	12, 44	11, 11	0, 99567

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{r,t}}{C_{t,0}}$
3902		12°,47	11°,01	0, 99406
3728	E	12, 53	11, 25	0, 99464
3701	E	12, 55	10, 92	0, 99603
3365	E	12, 60	11, 53	0, 99766
3889		12, 65	11, 31	0, 99410
Media		12, 51	11, 19	0, 99585
3395	E	12°,73	11°,77	0, 99555
3731	E	12, 74	11, 59	0, 99783
4016		12, 70	12, 25	0, 99648
3364	E	12, 87	11, 83	0, 99666
3707	K	12, 85	11, 24	0, 99735
3894		12, 84	11, 40	0, 99525
3729	E	12, 98	11, 63	0, 99804
3732	E	12, 94	11, 66	0, 99579
3890		12, 91	11, 40	0, 99415
3892		12, 94	11, 56	0, 99467
3899		12, 92	11, 73	0, 99387
Media		12, 86	11, 59	0, 99597
3721	E	13°,00	11°,68	0, 99528
3891		13, 10	11, 65	0, 99421
3374	E	13, 09	11, 93	1, 00002
3741	E	13, 09	11, 76	0, 99390
3575	D	13, 09	11, 18	0, 99861
3370	K	13, 13	12, 48	0, 99688
3371	K	13, 16	12, 02	0, 99717
3386	E	13, 12	12, 09	0, 99617
3893		13, 18	11, 94	0, 99391
4014		13, 14	12, 20	0, 99437
Media		13, 11	11, 89	0, 99605
3708	E	13°,20	11°,47	0, 99791
4005		13, 20	12, 26	0, 99478
3259	D	13, 35	12, 54	0, 99658
3596	D	13, 35	12, 32	0, 99560
3366	E	13, 28	12, 13	0, 99721
3405	E	13, 22	12, 32	0, 99461
3895		13, 35	11, 91	0, 99388
3591	D	13, 48	12, 02	0, 99722
3372	K	13, 45	12, 29	0, 99579
3743	E	13, 39	12, 22	0, 99746
Media		13, 33	12, 15	0, 99610

Segue Tavola XXXI.

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
4006		13°,54	12°,58	0, 99514
4008		13, 58	12, 74	0, 99364
3580	D	13, 53	12, 42	0, 99529
3595	D	13, 58	12, 91	0, 99517
3403	E	13, 52	12, 45	0, 99637
3744	E	13, 50	12, 53	0, 99682
4004		13, 52	12, 67	0, 99686
3258	D	13, 67	12, 65	0, 99816
3745	E	13, 63	12, 78	0, 99749
3594	D	13, 76	12, 73	0, 99654
3896		13, 74	12, 18	0, 99392
Media		13, 60	12, 60	0, 99615
3257	D	13°,81	12°,73	0, 99772
3404	E	13, 79	12, 87	0, 99680
3406	E	13, 91	12, 93	0, 99453
4010		13, 82	12, 95	0, 99459
3583	D	13, 93	12, 83	0, 99569
3585	D	13, 85	12, 44	0, 99409
3249	D	13, 82	12, 59	0, 99831
3586	D	13, 96	12, 79	0, 99554
3254	D	13, 85	12, 64	0, 99698
3256	D	13, 82	12, 55	0, 99769
3716	E	13, 90	11, 89	0, 99865
3753	E	13, 98	12, 89	0, 99445
4003		13, 94	13, 02	0, 99588
Media		13, 87	12, 70	0, 99622
3246	D	14°,03	13°,10	0, 99355
3248	D	14, 11	13, 03	0, 99628
3592	D	14, 03	12, 87	0, 99432
3719	E	14, 18	12, 38	0, 99778
3229	D	14, 21	13, 05	0, 99603
3243	D	14, 23	13, 17	0, 99604
3587	D	14, 26	12, 80	0, 99683
3590	D	14, 19	12, 50	0, 99641
3376	E	14, 26	13, 20	0, 99772
3746	E	14, 26	12, 92	0, 99742
Media		14, 17	12, 90	0, 99624
3253	D	14°,31	13°,08	0, 99600
3414	E	14, 39	13, 34	0, 99601
3887		14, 33	12, 91	0, 99498
3715	E	14, 36	12, 56	0, 99622
3714	E	14°,46	12°,73	0, 99575
3258	D	14, 50	13, 44	0, 99605
3714	E	14, 55	12, 76	0, 99624
3255	D	14, 61	13, 44	0, 99791
3384	E	14, 62	13, 37	0, 99680
Media		14, 46	13, 07	0, 99622
3382	E	14°,68	13°,48	0, 99793
3718	E	14, 66	12, 90	0, 99424
3381	E	14, 76	13, 58	0, 99628
3574	D	14, 76	12, 92	0, 99555
3581	D	14, 78	13, 22	0, 99865
3383	E	14, 92	13, 70	0, 99612
3383		14, 96	13, 50	0, 99504
3886		14, 90	13, 28	0, 99560
Media		14, 80	13, 32	0, 99618
3245	D	15°,05	13°,66	0, 99735
3584	D	15, 00	13, 76	0, 99341
3251	D	15, 06	13, 78	0, 99671
3380	E	15, 03	13, 72	0, 99644
3410	E	15, 09	13, 95	0, 99773
3415	E	15, 06	14, 05	0, 99630
3589	D	15, 18	13, 80	0, 99611
3413	E	15, 15	14, 05	0, 99507
Media		15, 08	13, 85	0, 99614
3378	E	15°,29	13°,92	0, 99660
3882		15, 21	13, 92	0, 99409
3227	D	15, 28	13, 17	0, 99697
3247	D	15, 38	14, 32	0, 99509
3881		15, 30	14, 09	0, 99532
4001		15, 33	14, 27	0, 99488
3566	D	15, 33	13, 38	0, 99584
3409	E	15, 44	14, 41	0, 99724
3571	D	15, 45	13, 14	0, 99568
3755	E	15, 59	14, 10	0, 99879
Media		15, 36	13, 87	0, 99605
3573	D	15°,62	14°,25	0, 99765
3252	D	15, 62	14, 50	0, 99700
3228	D	15, 69	14, 29	0, 99725

Segue Tavola XXXI.

Num. d' ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{r,t}}{C_{t,T}}$
3570	D	15, 67	13, 48	0, 99840
3542	D	15, 74	14, 48	0, 99364
3582	D	15, 73	14, 24	0, 99550
3572	D	15, 87	13, 60	0, 99313
Media		15, 71	14, 12	0, 99595
3570	D	16°,05	14°,69	0, 99369
3411	E	16, 13	15, 03	0, 99399
3225	D	16, 20	14, 51	0, 99472
3412	E	16, 23	15, 08	0, 99634
3224	D	16, 29	14, 79	0, 99717
3220	D	16, 35	14, 91	0, 99723
3734	E	16, 34	14, 57	0, 99576
3226	D	16, 46	15, 02	0, 99693
3565	D	16, 55	15, 02	0, 99533
3736	E	16, 56	14, 66	0, 99664
Media		16, 32	14, 83	0, 99578
3569	D	16°,69	14°,72	0, 99550
3398	E	16, 73	15, 43	0, 99427
3737	E	16, 76	15, 45	0, 99549
3735	E	16, 91	14, 92	0, 99461
3237	D	16, 99	15, 42	0, 99765
3567	D	16, 75	14, 42	0, 99620
Media		16, 80	15, 06	0, 99562
3223	D	17°,01	15°,61	0, 99499
3397	E	17, 04	15, 79	0, 99479
3756	E	17, 04	15, 55	0, 99302
3396	E	17, 06	15, 61	0, 99477
3238	D	17, 13	15, 80	0, 99651
3738	E	17, 12	15, 93	0, 99699
3564	D	17, 08	15, 14	9, 99597
3222	D	17, 26	15, 57	0, 99562
3240	D	17, 31	15, 94	0, 99740
3241	D	17, 36	16, 02	0, 99747
Media		17, 14	15, 69	0, 99575
3399	E	17°,42	16°,17	0, 99814
3417	E	17, 43	16, 47	0, 99508
3757	E	17, 43	15, 92	0, 99562

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{r,t}}{C_{t,0}}$
3221	D	17, 57	16, 08	0, 99665
3239	D	17, 63	16, 15	0, 99623
Media		17, 49	16, 16	0, 99632
3448	G	20°,04	18°,83	0, 99421
3419	G	20, 46	19, 39	0, 99590
3440	G	20, 76	19, 60	0, 99433
3758	G	20, 89	19, 76	1, 00100
3438	G	20, 91	19, 74	0, 99606
3447	G	20, 90	19, 81	0, 99920
3781	G	20, 93	19, 51	0, 99571
Media		20, 70	19, 52	0, 99663
3767	G	21°,15	19°,44	0, 99672
3442	G	21, 17	19, 84	0, 99577
3785	G	21, 23	19, 61	0, 99519
3763	G	21, 38	19, 22	0, 99581
3764	G	21, 35	19, 50	0, 99732
3761	G	21, 40	18, 86	0, 99908
3759	G	21, 48	19, 84	0, 99797
3576	G	21, 49	19, 86	0, 99455
3777	G	21, 28	20, 24	0, 99802
Media		21, 33	19, 60	0, 99671
3780	G	21°,55	19°,94	0, 99515
3783	G	21, 55	19, 99	0, 99574
3765	G	21, 76	20, 06	0, 99853
3441	G	21, 64	19, 86	0, 99798
3789	G	21, 70	20, 06	0, 99490
3445	G	21, 88	20, 91	0, 99935
3421	G	21, 89	20, 57	0, 99716
3766	G	21, 96	20, 21	1, 00047
3428	G	21, 86	20, 61	0, 99745
3776	G	21, 84	20, 42	0, 99727
Media		21, 76	20, 26	0, 99740
3437	G	22°,01	20°,61	0, 99946
3424	G	22, 05	20, 62	0, 99975
3426	G	22, 08	20, 83	0, 99570
3446	G	22, 07	21, 10	0, 99799
3760	G	22, 05	19, 57	0, 99734

Segue Tavola XXXI.

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3439	G	22, 25	20, 71	0, 99799
3762	G	22, 24	20, 03	0, 99754
3769	G	22, 23	20, 20	0, 99634
Media		22, 12	20, 46	0, 99776
3879	G	22°,40	20°,85	0, 99949
3877	G	22, 47	21, 06	0, 99888
3423	G	22, 47	20, 97	0, 99723
3768	G	22, 47	20, 64	0, 99651
3427	G	22, 50	21, 18	0, 99892
3810	G	22, 50	20, 98	0, 99699
3878	G	22, 59	20, 93	0, 99710
3812	G	22, 63	20, 95	0, 99756
3791	G	22, 67	21, 05	0, 99476
3577	G	22, 71	20, 88	0, 99730
3775	G	22, 71	21, 67	0, 99943
Media		22.56	21, 01	0, 99765
3562	G	22°,79	20°,85	0, 99903
3422	G	22, 83	21, 02	0, 99956
3811	G	22, 77	21, 02	0, 99568
3813	G	22, 79	21, 18	0, 99748
3471	G	22, 89	21, 78	0, 99828
3475	G	22, 88	21, 41	0, 99792
3814	G	22, 89	21, 26	0, 99697
3231	G	22, 98	21, 49	0, 99834
3453	G	22, 94	21, 40	0, 99536
3563	G	22, 96	20, 66	0, 99723
Media		22, 87	21, 21	0, 99758
3774	G	23°,15	21°,76	0, 99730
3792	G	23, 21	21, 54	0, 99668
3474	G	23, 18	22, 02	0, 99905
3578	G	23, 16	20, 74	0, 99660
3797	G	23, 23	21, 17	0, 99639
3809	G	23, 24	21, 24	0, 99797
3570	G	23, 20	21, 41	0, 99757
3472	G	23, 28	22, 11	0, 99534
3473	G	23, 35	22, 30	0, 99845
3232	G	23, 34	21, 76	0, 99817
3217	G	33, 35	21, 85	0, 99868
Media		23, 24	21, 63	0, 99756
3215	G	23°,38	21°.94	0, 99871
3876	G	23, 44	22, 04	0, 99851
3559	G	23, 40	21, 15	0, 99842
3216	G	23, 38	21, 69	0, 99834
3796	G	23, 46	21, 48	0, 99713
3799	G	23, 54	22, 07	0, 99667
3793	G	23, 50	21, 85	0, 99573
3770	G	23, 64	21, 67	0, 99703
Media		23, 47	21, 74	0, 99757
3452	G	23°,72	22°,14	0, 99624
3773	G	23, 76	22, 12	0, 99721
3457	G	23, 77	22, 28	0, 99850
3808	G	23, 74	21, 65	0, 99794
3800	G	23, 82	22, 21	0, 99848
3461	G	23, 85	22, 37	0, 99885
3798	G	23, 86	22, 11	0, 99723
3456	G	23, 92	22, 42	0, 99776
3815	G	23, 92	21, 93	0, 99617
Media		23, 82	22, 14	0, 99760
3556	G	24°,01	22°,25	0, 99912
3470	G	24, 03	22, 63	0, 99828
3454	G	24, 08	22, 26	0, 99700
3458	G	24, 09	22, 91	0, 99702
3431	G	24, 11	22, 25	0, 99956
3210	G	24, 19	22, 54	0, 99697
3455	G	24, 02	22, 53	0, 99661
3176	G	24, 11	22, 89	0, 99758
3554	G	24, 20	21, 68	0, 99908
3579	G	24, 18	21, 45	0, 99720
3794	G	24, 21	22, 16	0, 99611
Media		24, 11	22, 32	0, 99768
3462	G	24° 36	23°,13	0, 99856
3553	G	24, 34	21, 89	0, 99791
3234	G	24, 39	22, 35	0, 99864
3872	G	24, 36	22, 59	0, 99787
3432	G	24, 42	22, 96	0, 99833
3801	G	24, 45	22, 87	0, 99552
3550	G	24, 53	22, 59	0, 99926
3871	G	24, 54	22, 84	0, 99876
3209	G	24, 60	22, 40	0, 99832

Segue Tavola XXXI.

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3771	G	24°,60	22°,58	0, 99768
3874	G	24, 61	23, 28	0, 99626
3208	G	24, 66	22, 56	0, 99730
Media		24, 49	22, 67	0, 99787
3469	G	24°,69	23°,36	0, 99752
3477	G	24, 71	23, 19	0, 99931
3555	G	24, 76	22, 16	0, 99977
3201	G	24, 79	23, 20	0, 99924
3892	G	24, 82	23, 32	0, 99674
3433	G	24, 89	23, 11	0, 99999
3233	G	24, 84	22, 63	1, 00030
3551	G	24, 90	22, 92	0, 99564
3547	G	24, 98	22, 36	0, 99503
3807	G	24, 95	23, 20	0, 99629
3873	G	24, 99	24, 01	0, 99897
Media		24, 85	23, 04	0, 99807
3463	G	25°,06	23°,56	0, 99981
3213	G	25, 05	23, 97	1, 00260
3806	G	25, 02	22, 41	0, 99726
3804	G	25, 18	23, 19	0, 99926
3546	G	25, 28	23, 70	0, 99788
3207	G	25, 35	23, 50	0, 99741
3805	G	25, 40	23, 34	0, 99927
3532	G	25, 41	22, 91	0, 99656
3803	G	25, 45	23, 79	0, 99749
3817	G	25, 46	23, 10	0, 99810
3548	G	25, 42	23, 96	0, 99762
3468	G	25, 44	24, 13	0, 99966
3206	G	25, 47	24, 29	1, 00017
Media		25, 31	23, 53	0, 99870
3202	G	25°,49	24°,14	0, 99696
3205	G	25, 56	24, 22	0, 99845
3165	G	25, 58	24, 13	1, 00102
3534	G	25, 65	24, 35	1, 00091
3203	G	25, 60	24, 37	0, 99962
3533	G	25, 88	24, 74	0, 99986
3478	S	25, 87	24, 17	1, 00140
3867	G	25, 98	24, 55	0, 99808
3467	G	25, 68	24, 11	0, 99985
Media		25, 70	24, 31	0, 99957

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3509bis	S	26°,02	25°,22	1, 00069
3466	G	26, 05	24, 86	1, 00033
3818	G	26, 12	24, 19	1, 00076
3497	S	26, 25	25, 49	0, 99866
3848	S	26, 40	25, 29	1, 00050
3514bis	S	26, 53	25, 42	1, 00030
3539	G	26, 54	24, 99	0, 99921
3544	G	26, 48	24, 92	0, 99991
Media		26, 30	25, 05	1, 00004
3535	G	26°,69	25°,30	0, 99914
3853	S	26, 67	25, 13	0, 99831
3510bis	S	26, 72	25, 32	0, 99926
3197	G	26, 77	25, 33	1, 00097
3198	G	26, 77	25, 39	0, 99786
3865	S	26, 79	25, 05	1, 00163
3193	G	26, 79	25, 40	0, 99724
3538	G	26, 89	25, 08	1, 00151
3191	G	26, 95	25, 66	0, 99923
3842	S	26, 93	25, 39	1, 00148
3870	S	26, 99	25, 58	1, 00067
Media		26, 82	25, 33	0, 99975
3479	G	27°,09	25°,44	0, 99880
3835	S	27, 08	25, 84	0, 99943
3856	S	27, 07	25, 57	0, 99976
3515bis	S	27, 12	25, 79	0, 99662
3188	G	27, 06	25, 91	1, 00060
3189	G	27, 21	26, 17	0, 99871
3192	G	27, 24	25, 74	1, 00054
3194	G	27, 25	25, 68	1, 00057
3541	G	27, 26	25, 63	0, 99911
3542	G	27, 21	25, 61	0, 99909
3511bis	S	27, 22	26, 14	0, 99946
3849	S	27, 27	26, 06	1, 00073
3864	S	27, 22	25, 72	1, 00074
3869	S	17, 22	26, 31	1, 00058
3838	S	27, 23	25, 34	0, 99858
3841	S	27, 23	25, 08	0, 99887
Media		27, 18	25, 75	0, 99951
3187	G	27°,34	26°,06	0, 99969
3195	G	27, 34	25, 84	0, 99968
3496	S	27, 39	26, 21	0, 69865

Segue Tavola XXXI.

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3513bis	S	27°,35	26°,02	1, 00110
3860	S	27, 34	25, 69	1, 00228
3190	G	27, 45	26, 07	1, 00070
3196	G	27, 47	26, 21	0, 99799
3503bis	S	27, 41	26, 20	0, 99919
3851	S	27, 53	26, 30	0, 99662
3517bis	S	27, 53	26, 26	0, 99831
3854	S	27, 62	26, 24	0, 99916
3855	S	27, 65	26, 30	0, 99938
3831	S	27, 61	25, 24	0, 99867
Media		27, 46	26, 05	0, 99934
3819	S	27°,66	26°,40	0, 99937
3852	S	27, 66	26, 10	0, 99704
3866	S	27, 66	26, 16	0, 99981
3821	S	27, 74	25, 65	0, 99956
3498	S	27, 74	26, 35	1, 00190
3483	S	27, 78	26, 17	0, 99781
2847	S	27, 75	25, 76	0, 99952
3858	S	27, 75	25, 59	0, 99972
3859	S	27, 79	26, 24	0, 99931
3499	S	27, 81	26, 29	0, 99814
3504bis	S	27, 88	26, 48	0, 99830
3512bis	S	27, 86	26, 50	0, 99912
Media		27, 76	26, 15	0, 99913
3500	S	28°,06	26°,67	0, 99687
3845	S	28, 00	26, 30	1, 00073
3531	S	28, 09	26, 20	0, 99900
3820	S	28, 10	26, 31	1, 00172
3502bis	S	28, 09	26, 50	0, 99781
3822	S	28, 03	26, 78	0, 99807
3839	S	28, 18	25, 75	0, 99887
3846	S	28, 14	26, 12	1, 00120
3180	S	28, 25	26, 72	1, 00102
3843	S	28, 22	26, 58	0, 99696
3844	S	28, 23	27, 07	0, 99684
3506bis	S	28, 29	26, 73	0, 99912
3857	S	28, 17	26, 43	0, 99946
3505bis	S	28, 30	26, 94	0, 99877
Media		28, 15	26, 51	0, 99903

Num. d'ordine	Termometro	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3834	S	28°,48	26°,56	0, 99715
3182	S	28, 59	27, 21	0, 99935
3832	S	28, 59	27, 10	0, 99822
3493	S	28, 60	27, 07	0, 99741
3862	S	28, 62	27, 22	0, 99963
3185	S	28, 68	27, 44	1, 00201
3485	S	28, 76	26, 93	0, 99918
3494	S	28, 71	27, 16	0, 99824
3823	S	28, 77	26, 53	1, 00774
3833	S	28, 82	26, 68	0, 99862
3868	S	28, 86	27, 13	0, 99857
3824	S	28, 91	27, 28	0, 99772
3826	S	28, 93	27, 21	0, 99909
3830	S	28, 94	27, 18	0, 99886
Media		28, 73	27, 05	0, 99941
3488	S	29°,02	27°,67	0, 99857
3184	S	29, 09	27, 48	1, 00019
3510	S	29, 16	26, 79	1, 00319
3530	S	26, 26	27, 52	0, 99956
3528	S	29, 23	26, 60	0, 99874
3490	S	29, 35	27, 93	0, 99855
3491	S	29, 38	28, 25	0, 99781
Media		29, 21	27, 46	0, 99951
3512	S	29°,66	27°,40	1, 00611
3521	S	29, 66	26, 97	0, 99991
3529	S	29, 81	27, 38	0, 99701
3523	S	29, 87	26, 87	0, 99716
3182	S	29, 82	28, 06	0, 99752
3527	S	29, 80	27, 44	0, 99794
3525	S	29, 93	26, 89	0, 99957
Media		29, 79	27, 29	0, 99932
3524	S	30°,05	27°,18	0, 99602
3183	S	30, 56	28, 92	0, 99932
3526	S	30, 30	28, 37	0, 99952
3181	S	30, 89	29, 19	0, 99962
3178	S	30, 86	28, 74	0, 99779
3522	S	30, 93	28, 85	0, 99861
3479	S	31, 43	29, 84	0, 99848
Media		30, 72	28, 73	0, 99848

Per dedurre poi il calore specifico vero dell' acqua di grado in grado, invece di valerci separatamente dei resultati di ogni singola esperienza, abbiamo stimato più comodo e più conveniente riunire in gruppi quelle per le quali le medie $\frac{T+t}{2}$ della temperatura iniziale T e finale t del calorimetro, differivano di poco. Abbiamo così divise le nostre esperienze in 61 gruppi, contenenti ciascuno non meno di 8 e fino a 12 determinazioni; in ciascun gruppo abbiamo calcolato la media dei valori di $\frac{T+t}{2}$, la media dei valori di t e la media di $C_{T,t} : C_{t,0}$, cioè del calorico specifico dell' acqua del calorimetro diviso pel calorico specifico medio dell' acqua fredda, versatavi. Queste medie sono riportate nella tavola seguente tav. XXXII.

Tavola XXXII. — ACQUA

$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$	$\frac{t+T}{2}$	t	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
3, 80	3, 26	0, 99882	15, 36	13, 87	0, 99605
4, 44	3, 87	0, 99837	15, 71	14, 12	0, 99595
5, 30	4, 48	0, 99850	16, 32	14, 83	0, 99578
5, 69	4, 91	0, 99845	16, 80	15, 06	0, 99562
6, 22	5, 26	0, 99847	17, 14	15, 69	0, 99575
6, 51	5, 60	0, 99852	17, 49	16, 16	0, 99632
6, 86	6, 07	0, 99856	20, 70	19, 52	0, 99663
7, 14	6, 19	0, 99845	21, 33	19, 60	0, 99671
7, 49	6, 58	0, 99820	21, 76	20, 26	0, 99740
7, 83	6, 89	0, 99795	22, 12	20, 46	0, 99776
8, 19	7, 07	0, 99772	22, 56	21, 01	0, 99765
8, 48	7, 60	0, 99752	22, 87	21, 21	0, 99758
8, 80	7, 96	0, 99735	23, 24	21, 63	0, 99756
9, 24	8, 18	0, 99692	23, 47	21, 74	0, 99757
9, 72	8, 62	0, 99620	23, 82	22, 14	0, 99760
10, 44	9, 25	0, 99575	24, 11	22, 32	0, 99768
10, 83	9, 69	0, 99570	24, 49	22, 67	0, 99787
11, 20	9, 95	0, 99568	24, 85	23, 04	0, 99807
11, 56	10, 40	0, 99569	25, 31	23, 53	0, 99870
11, 79	10, 54	0, 99569	25, 70	24, 31	0, 99957
12, 16	10, 89	0, 99575	26, 30	25, 05	1, 00004
12, 51	11, 19	0, 99585	26, 82	25, 33	0, 99975
12, 86	11, 59	0, 99597	27, 18	25, 75	0, 99951
13, 11	11, 89	0, 99605	27, 46	26, 05	0, 99934
13, 33	12, 15	0, 99610	27, 76	26, 15	0, 99913
13, 60	12, 60	0, 99615	28, 15	26, 51	0, 99903
13, 87	12, 70	0, 99622	28, 73	27, 05	0, 99942
14, 17	12, 90	0, 99624	29, 21	27, 46	0, 99951
14, 46	13, 07	0, 99622	29, 79	27, 29	0, 99932
14, 80	13, 32	0, 99618	30, 72	28, 73	0, 99848
15, 08	13, 85	0, 99614			

Tavola XXXIII. — ACQUA

$\frac{t+T}{2}$	t	$C_{T,t}$	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$
1	0, 9	1, 00696	0, 99954
2	1, 8	1, 00626	0, 99926
3	2, 7	1, 00561	0, 99890
4	3, 6	1, 00496	0, 99855
5	4, 5	1, 00434	0, 99821
6	5, 4	1, 00374	0, 99791
7	6, 3	1, 00318	0, 99765
8	7, 3	1, 00256	0, 99736
9	8, 2	1, 00205	0, 99710
10	9, 1	1, 00157	0, 99690
11	10, 02	1, 00113	0, 99671
12	10, 94	1, 00078	0, 99661
13	11, 86	1, 00048	0, 99657
14	12, 78	1, 00023	0, 99657
15	13, 70	1	0, 99655
16	14, 64	0, 99982	0, 99657
17	15, 58	0, 99968	0, 99664
18	16, 54	0, 99961	0, 99674
19	17, 50	0, 99954	0, 99685
20	18, 40	0, 99949	0, 99697
21	19, 34	0, 99947	0, 99708
22	20, 28	0, 99949	0, 99722
23	21, 22	0, 99954	0, 99740
24	22, 16	0, 99970	0, 99768
25	23, 10	0, 99986	0, 99793
26	24, 04	1, 00005	0, 99821
27	24, 98	1, 00032	0, 99857
28	25, 92	1, 00053	0, 99883
29	26, 86	1, 00085	0, 99922
30	27, 80	1, 00111	0, 99952
31	28, 74	1, 00145	0, 99988

Da queste medie abbiamo costruito una curva prendendo per ascisse i valori di $\frac{T+t}{2} = \theta$ e per ordinate i rapporti $\frac{C_{T,t}}{C_{\theta,0}}$; e ammettendo, come si è fatto anche nei calcoli delle esperienze coi metalli, che il calore specifico medio dell' acqua fra le temperature vicine T e t, iniziale e finale del calorimetro, sia uguale al calore specifico vero alla temperatura intermedia $\frac{T+t}{2} = \theta$; la curva così costruita rappresenta i rapporti fra il calore specifico vero alla temperatura θ e il calore specifico medio fra 0° e t^o. Da questa curva che abbiamo potuto con certezza estendere fino al valore $\theta = 0$ poichè si ha:

$$\lim_{\theta = 0} \frac{C_\theta}{C_{0,t}} = 1$$

si sono dedotti i valori dei rapporti $\frac{C_\theta}{C_{0,t}}$ corrispondenti a valori di θ di terzo in terzo di grado (la tav. XXXIII, ultima colonna, contiene questi valori, ma solo di grado in grado): un' altra curva pochissimo differente da una retta ci ha dato i valori di t corrispondenti ai valori di θ di $\frac{1}{3}$ in $\frac{1}{3}$ di grado (tav. XXXIII colonna 2ª): così insieme ai valori dei rapporti $\frac{C_\theta}{C_{0,t}}$ siamo venuti a conoscere i valori di t.

Ora per dedurre C_θ da questi rapporti si è preso provvisoriamente come uguale a 1 il calore specifico medio dell' acqua fra 0° e 3° e così dal rapporto $\frac{C_{3^o,33}}{C_{0^o,3^o}}$ si è potuto dedurre $C_{3^o,33}$, quindi si è calcolato $C_{0^o,3^o,3}$ con la formula

$$C_{3^o,33} = \frac{C_0 + C_{0^o,33} + C_{0^o,66} + \ldots + C_{3^o} + C_{3^o,33}}{11}$$

$$= \frac{10\left(\frac{c_0 + c_{0^o,33} + c_{0^o,66} + \ldots + C_{3^o}}{10}\right) + C_{3^o,33}}{11}$$

$$= \frac{10\ C_{0^o,3^o} + C_{3^o,33}}{11}$$

$$= \frac{10 + C_{3^o,33}}{11}$$

Calcolato $C_{3^\circ,33;0^\circ}$, dal rapporto $\frac{C_{3^\circ,67}}{C_{0^\circ,3,3}}$ abbiamo dedotto $C_{3^\circ,67}$, e quindi applicando una formula analoga alla precedente, si è calcolato $C_{0^\circ;3^\circ,67}$ e così di seguito abbiamo potuto avere i calorici specifici veri di terzo in terzo di grado.

Per giungere a questo resultato oltre l'approssimazione contenuta nella formula precedente e nelle analoghe di cui abbiamo fatto uso ci siamo dovuti servire anche di un' altra. I valori di t non progredivano di $\frac{1}{3}$ in $\frac{1}{3}$ come quelli di θ ma bensì di $\frac{3}{10}$ in $\frac{3}{10}$ e così mentre, p. es. avremmo avuto bisogno di conoscere $C_{0^\circ;4^\circ,2}$ per dedurre $C_{4^\circ,67}$ dal rapporto

$$\frac{C_{4^\circ,67}}{C_{0^\circ;4^\circ,2}}$$

noi conoscevamo invece $C_{0^\circ;4^\circ,33}$ e abbiamo dovuto ammettere che $C_{0^\circ;4^\circ,33} = C_{0^\circ;4^\circ,2}$.

Gli errori prodotti da queste approssimazioni erano certo estremamente piccoli e abbiamo così potuto evitare calcoli che per altra via sarebbero riusciti immensamente laboriosi, senza che riescissero di veruna utilità pratica.

Questi valori cominciavano da 3°,33; ma costruendo una curva li abbiamo estesi sino a 0°; li abbiamo poi moltiplicati per una costante in modo da rendere uguale ad 1 il calorico specifico vero a 15°, (come si era fatto pel calorico specifico dedotto dalle esperienze coi metalli), così si sono ottenuti i valori registrati nella 3ª colonna della tavola XXXIII.

Dando ai resultati di queste esperienze un peso uguale a quello della media dei valori ottenuti con le palline metalliche, si è calcolato il calorico specifico vero dell' acqua di grado in grado da 0° a 31°. Vedasi la tavola seguente (XXXIV), dove nell' ultima colonna si è scritto il calore specifico medio $C_{0,\theta}$ fra le temperature 0 e θ.

Tavola XXXIV.

θ	C_θ dedotto delle esperienze coll' acqua	C_θ dalle esperienze coi metalli	C_θ media dei due valori precedenti	$C_{\theta,\theta}$ dedotta della media precedente
0	1, 00777	1, 00551	1, 00664	
1	1, 00696	1, 00506	1, 00601	1, 00632
2	1, 00626	1, 00460	1, 00543	1, 00602
3	1, 00561	1, 00417	1, 00489	1, 00573
4	1, 00496	1, 00374	1, 00435	1, 00545
5	1, 00434	1, 00333	1, 00383	1, 00518
6	1, 00374	1, 00289	1, 00331	1, 00491
7	1, 00318	1, 00249	1, 00283	1, 00465
8	1, 00256	1, 00211	1, 00233	1, 00439
9	1, 00205	1, 00175	1, 00190	1, 00414
10	1, 00157	1, 00140	1, 00149	1, 00389
11	1, 00113	1, 00109	1, 00111	1, 00366
12	1, 00078	1, 00077	1, 00078	1, 00343
13	1, 00048	1, 00047	1, 00048	1, 00321
14	1, 00023	1, 00022	1, 00023	1, 00301
15	1	1	1	1, 00282
16	0, 99982	0, 99985	0, 99983	1, 00264
17	0, 99968	0, 99969	0, 99968	1, 00247
18	0, 99661	0, 99957	0, 99959	1, 00231
19	0, 99954	0, 99949	0, 99951	1, 00216
20	0, 99949	0, 99946	0, 99947	1, 00203
21	0, 99947	0, 99953	0, 99950	1, 00191
22	0, 99949	0, 99962	0, 99955	1, 00180
23	0, 99954	0, 99974	0, 99964	1, 00171
24	0, 99970	0, 99996	0, 99983	1, 00162
25	0, 99986	1, 00025	1, 00005	1, 00155
26	1, 00005	1, 00058	1, 00031	1, 00150
27	1, 00032	1, 00097	1, 00064	1, 00146
28	1, 00053	1, 00144	1, 00098	1, 00144
29	1, 00085	1, 00201	1, 00143	1, 00143
30	1, 00111	1, 00264	1, 00187	1, 00144
31	1, 00145	1, 00337	1, 00241	1, 00147

Abbiamo infine cercato di rappresentare il calorico specifico vero da noi trovato C_t per mezzo di una formula, e fra le diverse formule che abbiamo provato, quella che meglio si adattava era la seguente:

$$(1) \qquad \begin{aligned} C_t = {} & 1,006\,630 \\ & - 0,000\,593\,962\, t \\ & + 0,000\,004\,338\,650\, t^2 \\ & + 0,000\,000\,425\,520\, t^3 \\ & - 0,000\,000\,002\,819\, t^4 \end{aligned}$$

i valori di C_t calcolati con questa formula differiscono estremamente poco da quelli dedotti dalle esperienze, come mostra la tavola seguente:

Tavola XXXV.

t	C_t calcolato	C_t osservato	$\Delta =$ C_t calc. - C_t oss.	t	C_t calcolato	C_t osservato	$\Delta =$ C_t calc. - C_t oss.
0°	1,006630	1,00664	— 0,000010	18°	0,999530	0,99959	— 0,000060
1°	1,006041	1,00601	+ 0,000031	19	0,999462	0,99951	— 0,000048
2	1,005463	1,00543	+ 0,000033	20	0,999439	0,99947	— 0,000031
3	1,004898	1,00489	+ 0,000008	21	0,999463	0,99950	— 0,000037
4	1,004350	1,00435	0	22	0,999533	0,99955	— 0,000017
5	1,003820	1,00383	— 0,000010	23	0,999652	0,99964	+ 0,000012
6	1,003307	1,00331	— 0,000003	24	0,999821	0,99983	— 0,000009
7	1,002824	1,00283	— 0,000006	25	1,000040	1,00005	— 0,000010
8	1,002362	1,00233	+ 0,000032	26	1,000311	1,00031	+ 0,000001
9	1,001927	1,00190	+ 0,000027	27	1,000633	1,00064	— 0,000007
10	1,001522	1,00149	+ 0,000032	28	1,000967	1,00098	— 0,000013
11	1,001146	1,00111	+ 0,000036	29	1,001138	1,00143	+ 0,000008
12	1,000804	1,00078	+ 0,000024	30	1,001921	1,00187	+ 0,000051
13	1,000496	1,00048	+ 0,000016	31	1,002459	1,00241	+ 0,000049
14	1,000221	1,00023	— 0,000006	32	1,003054		
15	0,999990	1	— 0,000010	33	1,003668		
16	0,999795	0,99983	— 0,000035	34	1,004408		
17	0,999642	0,99968	— 0,000038	35	1,005170		

IV.

Esperienze fatte mescolando acqua a temperatura dell' ambiente con acqua più calda.

Le esperienze fatte con questo metodo ebbero per scopo di verificare la formula a cui eravamo giunti coi metodi precedenti.

L' apparecchio consisteva in un calorimetro molto ampio di nichel, con coperchio, ed agitatore simile a quello già descritto per le esperienze con acqua a zero, della capacità di 20 litri. Il calorimetro era munito del solito involucro riflettore, e racchiuso entro un recinto alla Berthelot.

Nel calorimetro s' introduceva una nota massa di acqua riscaldata cinque o sei gradi al di sopra della temperatura dello ambiente; e quando il raffreddamento di quest' acqua agitata era ben regolare, (cioè perfettamente proporzionale ai tempi) s'introduceva una certa quantità di acqua alla temperatura dell' ambiente e si procedeva nel resto come nelle esperienze fatte coll' acqua fredda.

L' acqua alla temperatura dell' ambiente era contenuta in una specie di bottiglia di rame stagnato, munita di agitatore e di termometri calorimetrici; la bottiglia era fissata dentro una larga vasca di zinco contenente circa 40 litri di acqua alla temperatura dell' ambiente.

Aprendo (coll' intermezzo di una lunga leva) un largo robinetto che si trovava in fondo della bottiglia, l' acqua scorreva per un tubo a pareti sottili e quasi verticale, di caucciù, di quattro centimetri di diametro e di 25 centimetri di lunghezza, e veniva condotta nel calorimetro contenente l' acqua più calda: l' acqua impiegava solo pochi secondi a riversarsi nel calorimetro.

Ci si può fare un' idea chiara dell' apparecchio nella figura 4, pag. 123 della sopra citata memoria del Rowland.

Le esperienze eseguite con questo metodo sono esenti da qualunque obiezione.

L' acqua che si versa nel calorimetro avendo la temperatura dell'ambiente, ed una massa considerevole, e venendo versata con rapidità, non può soffrire variazioni di temperatura: inoltre questa temperatura può essere determinata colla stessa precisione con cui si fecero i confronti dei termometri: l'acqua più calda del calorimetro che ha una massa grandissima, si raffredda lentissimamente, e con la più grande regolarità, per cui la correzione relativa al raffreddamento viene esattamente determinata ed è piccolissima, in quantochè l' equilibrio di temperatura del mescuglio, vien raggiunto rapidamente, circa 1' dopo avere versato l' acqua della boccia.

Infine gli apparecchi essendo chiusi, l' evaporazione è resa impossibile. (1)

L' esempio seguente dà un' idea del grado di precisione delle nostre determinazioni.

Firenze 6 Maggio 1886.

Ora		*Temperatura dell' acqua calda del calorimetro*	*Temperatura dell' acqua della boccia*
11ant.	0'	22°, 1824	16, 2104
	2'	22°, 1770	—
	4'	22°, 1719	16, 2108
	6'	22°, 1662	—
	8'	22°, 1614	16, 2110
	10'	22°, 1563	—
	12'	22°, 1506	16. 2110
	14'	22°, 1459	—
	16'	22°, 1405	16, 2112
	18'	22°, 1355	—
	20'	22°, 1304	16, 2116
Alle 11ant.	20'	si versa l'acqua della boccia del calorimetro.	
11ant.	21'	20°, 3276	
	22'	20°, 3262	
	24'	20°, 3233	
	26'	20°, 3200	
	28'	20°, 3174	
	30'	20°, 3140	
	34'	20°, 2982	
	38'	20°, 2921	
	42'	20°, 2962	

(1) Gli apparecchi furono costruiti con molta cura dalla officina Turchini di Firenze, Via S. Gallo.

Con questo metodo noi abbiamo eseguito diverse determinazioni.

Per brevità noi riportiamo soltanto il resultato finale, senza trascrivere tutti i dati che occorrevano pel calcolo, le correzioni essendo state fatte col metodo stesso tenuto nei mescugli di acqua a zero con acqua alla temperatura ordinaria.

Nella tavola seguente (1ª colonna) noi riportiamo i valori da noi trovati direttamente pel rapporto del calore specifico medio, $C_{T,0}$ fra la temperatura iniziale T dell' acqua calda del calorimetro e quella 0 del mescuglio, al calore specifico medio $C_{0,t}$ fra la temperatura finale 0 e quella t dell' acqua della boccia, avente la temperatura dell' ambiente.

Nella seconda colonna sono scritti i valori dello stesso rapporto, calcolati con la formula

$$(2) \qquad \begin{aligned} Q_t = {} & 1,006\,630\,000\, t \\ & - 0,000\,296\,981\, t^2 \\ & + 0,000\,001\,446\,217\, t^3 \\ & + 0,000\,000\,106\,380\, t^4 \\ & - 0,000\,000\,000\,564\, t^5 \end{aligned}$$

la quale si deduce dalla formula (1).

Segue il confronto fra i valori di $\frac{C_{T,0}}{C_{t,0}}$ trovati direttamente, e quelli calcolati con la (2).

Tavola XXXVI.

$\frac{C_{T,0}}{C_{0,t}}$ Trovato con l' esperienza	$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$ calcolato con la formula (2)
$\frac{\text{Calore specifico medio fra } 6^o \text{ e } 4^o}{\text{Calore specifico medio fra } 4^o \text{ e } 0^o} = 0,9989$	$\frac{1,003822}{1,005194} = 0,9986 \,.\, 4$
$\frac{\text{C. S. M. fra } 6^o \text{ e } 4^o}{\text{C. S. M. fra } 4^o \text{ e } 0^o} = 0,9983$	
$\frac{\text{C. S. M. fra } 8^o \text{ e } 6^o}{\text{C. S. M. fra } 6^o \text{ e } 2^o} = 0,9984$	$\frac{1,002830}{1,004361} = 0,9984 \,.\, 8$
$\frac{\text{C. S. M. fra } 8^o \text{ e } 6^o}{\text{C. S. M. fra } 6^o \text{ e } 2^o} = 0,9986$	

Segue Tavola XXXVI.

$\frac{C_{T.0}}{C_{0.t}}$ Trovato con l' esperienza	$\frac{C_{T.t}}{C_{t.0}}$ calcolato con la formula (2)
Calore specifico medio fra 11° e 9° / Calore specifico medio fra 9° e 4° = 0,9987	$\frac{1,001530}{1,003089} = 0,9984 \,.\, 4$
C. S. M. fra 11° e 9° / C. S. M. fra 9° e 4° = 0,9983	
C. S. M. fra 12° e 10° / C. S. M. fra 10° e 5° = 0,9986	$\frac{1,001152}{1,002618} = 0,9985 \,.\, 3$
C. S. M. fra 12° e 10° / C. S. M. fra 10° e 5° = 0,9988	
C. S. M. fra 14° e 12° / C. S. M. fra 12° e 6° = 0,9985	$\frac{1,000507}{1,001972} = 0,9985 \,.\, 4$
C. S. M. fra 14° e 12° / C. S. M. fra 12° e 6° = 0,9988	
C. S. M. fra 16° e 14° / C. S. M. fra 14° e 9° = 0.9990	$\frac{0,999995}{1,001009} = 0,9989 \,.\, 8$
C. S. M. fra 16° e 14° / C. S. M. fra 14° e 9° = 0,9992	
C. S. M. fra 18° e 16° / C. S. M. fra 16° e 12° = 0,9996	$\frac{0,999651}{1,000251} = 0,9994 \,.\, 0$
C. S. M. fra 18° e 16° / C. S. M. fra 16° e 12. = 0. 9992	
C. S. M. fra 20° e 17° / C. S. M. fra 17° e 12° = 0,9995	$\frac{0,999509}{1,000146} = 0,9993 \,.\, 7$
C. S. M. fra 20° e 17° / C. S. M. fra 17° e 12° = 0,9996	
C. S. M. fra 21° e 19° / C. S. M. fra 19° e 14° = 0,9998	$\frac{0,999458}{0,999759} = 0,9997 \,.\, 0$
C. S. M. fra 21° e 19° / C. S. M. fra 19° e 15° = 0,9995	
C. S. M. fra 23° e 21° / C. S. M. fra 21° e 16° = 1,0001	$\frac{0,999551}{0,999544} = 1,0000 \,.\, 0$
C. S. M. fra 23° e 21° / C. S. M. fra 21° e 16° = 0,9999	
C. S. M. fra 25° e 23° / C. S. M. fra 23° e 18° = 1,0001	$\frac{0,999841}{0,999504} = 1,0003 \,.\, 3$
C. S. M. fra 25° e 23° / C. S. M. fra 23° e 18° = 1,0004	
C. S. M. fra 26° e 24° / C. S. M. fra 24° e 18ª = 1,0006	$\frac{1,000063}{0,999547} = 1,0005 \,.\, 2$
C. S. M. fra 26° e 24° / C. S. M. fra 24° e 18° = 1,0005	

Segue Tavola XXXVI.

$\frac{C_{T,0}}{C_{0,t}}$ Trovato con l' esperienza		$\frac{C_{T,t}}{C_{t,0}}$ calcolato con la formula (2)
Calore specifico medio fra 28° e 26° / Calore specifico medio fra 26° e 20°	= 1,0007	$\frac{1,000663}{0,999743}$ = 1,0009 . 2
C. S. M. fra 28° e 26° / C. S. M. fra 26° e 20°	= 1,0010	
C. S. M. fra 30° e 28° / C. S. M. fra 28° e 23°	= 1,0013	$\frac{1,001458}{1,000242}$ = 1,0012 . 1
C. S. M. fra 30° e 28° / C. S. M. fra 28° e 23°	= 1,0014	
C. S. M. fra 32° e 30° / C. S. M. fra 30° e 25°	= 1,0018	$\frac{1,002500}{1,000889}$ = 1,0016 . 1
C. S. M. fra 32° e 30° / C. S. M. fra 30° e 25°	= 1,0016	

Le nuove determinazioni confermano dunque la validità della formula (2).— L' accordo non potrebbe essere più perfetto. (1)

Il Rowland a pag. 125-129 della sua notevole memoria (On the mechanical equivalent of heat, Cambridge 1880) riferisce 9 determinazioni del rapporto del calore specifico medio dell' acqua fra temperature comprese fra 0° e 36°.

Noi abbiamo voluto confrontare i valori trovati dal Rowland con quelli dedotti dalla nostra formula (2).

(1) Abbiamo però omesso il 2° *esperimento* del Rowland, dacchè il numero 1,0062 discorda troppo dagli altri trovati dallo stesso fisico.

(2) Teniamo molto a far conoscere (quantunque ciò a prima vista possa sembrare ozioso) che l' acqua adoperata in tutte quante le nostre esperienze era sempre stata distillata da più mesi e mantenuta in damigiane che avevano da molti anni servito a conservare l' acqua stillata. Le damigiane le tenevamo in un angolo oscuro della sala stessa del calorimetro e della bilancia: l' acqua si versava nel calorimetro senza che in nessun caso avesse mai subito altra variazione di temperatura che quella dovuta alle piccole oscillazioni termometriche dell' ambiente.

Uno di noi, nella memoria *sulla corrente residua e sulla costituzione degli elettroliti*, Pisa 1882, Nuovo Cimento T. XI pag. 193, ha sviluppato a lungo un' ipotesi da cui deriverebbe che molte proprietà fisiche degli elettroliti possono dipendere dalla *loro storia precedente*. Anche il compianto fisico G. A. Hirn, nella sua pregevole memoria, *sulle variazioni della capacità calorifica dell' acqua verso il massimo di densità*, Comptes Rendus, t. LXX, 21 Marzo 1870 scriveva: " Ne se peut-il pas qu'un même corps, qu'une même masse d'eau, par exemple, recevant une même quantitè de chaleur, prenne des tempèratures différentes selon la *manière* dont " se fait l'addition de chaleur ? „

Come si vede nel prospetto seguente, l' accordo della nostra formula con otto dirette determinazioni del Rowland è più tosto soddisfacente, se si ritien conto del piccolo numero delle determinazioni riportate dall' insigne fisico Americano.

Rowland (pag. 126)		Formula (2) Bartoli-Stracciati	
Calore specifico medio fra 0 e 18° / Calore specifico medio fra 18 e 27°	= 1,0025	1,002315 / 0,999765	= 1,0025
C. S. M. fra 0° e 17° / C. S. M. fra 17° e 29°	= 1,0024	1,002476 / 0,999963	= 1,0025
C. S. M. fra 0° e 18° / C. S. M. fra 18° e 30°	= 1,0067	1,002315 / 1,000137	= 1,0022
C. S. M. fra 0° e 16° / C. S. M. fra 16° e 24°	= 1,0010	1,002648 / 0,999573	= 1,0031
C. S. M. fra 0° e 17° / C. S. M. fra 17° e 25°	= 1,0027	1,002476 / 0,999598	= 1,0029
C. S. M. fra 0° e 21° / C. S. M. fra 21° e 28°	= 1,0045	1,001909 / 1,000045	= 1,0018
C. S. M. fra 20° e 24° / C. S. M. fra 24° e 29°	= 0,9983	0,999583 / 1,000538	= 0,9990
C. S. M. fra 21° e 29° / C. S. M. fra 29° e 36	= 0,9954	1,000194 / 1,003518	= 0,9967

Il Rowland nella sua notevole memoria (On the mechanical equivalent of heat) pag. 196, Tavola LIV, dà i valori dell' equivalente meccanico E_t riferito alla caloria presa alle diverse temperature dell' acqua fra + 5° e + 36°. Da questa tavola si deduce il calore specifico dell' acqua a queste stesse temperature. I valori così calcolati non sono molti diversi da quelli da noi trovati, col metodo delle palline grandi di rame.

Nella tavola seguente sono trascritti i valori di E_t (seconda colonna) quelli del calore specifico secondo Rowland, (ottenuti dividendo E_t per E_{15}), e quelli del calore specifico trovato da noi col metodo delle palline grandi di rame: il minimo del calore specifico corrisponde a + 29° secondo Rowland, ed a + 27° nelle nostre esperienze con le palline grandi di rame. Noi però riteniamo che

i nostri resultati ottenuti, con sette metodi diversi, precisino il minimo a + 20°: e che i valori del calore specifico dedotto dalle nostre misure eseguite con tutte le cure prescritte dalla termometria moderna con questi sette metodi diversi, siano di gran lunga più attendibili di quelli ottenuti da tutti i fisici che ci precedettero in questo studio.

Giova ricordare che lo stesso Rowland scriveva (pag. 107 della sua *Relazione critica sulle varie determinazioni dell' equivalente meccanico della caloria)*:

" La temperatura del minimo non può dirsi conosciuta, ben-
" chè io l' abbia collocata temporaneamente verso 30°, ma essa
" può essere ben differente. „

t^o	E_t	CALORE specifico vero a t^o	
		Esperienze del Rowland	Nostre determinazioni (col rame, palline grandi)
5°	429, 8	1, 00561	1, 00415
6°	429, 5	1, 00491	1, 00360
7°	429, 3	1, 00444	1, 00309
8°	429, 0	1, 00374	1, 00263
9°	428, 8	1, 00327	1, 00219
10°	428 5	1, 00257	1, 00173
11°	428, 3	1, 00210	1, 00136
12°	428, 1	1, 00163	1, 00090
13°	427, 9	1, 00117	1, 00055
14°	427, 7	1, 00070	1, 00028
15°	427, 4	1, 00000	1, 00000
16°	427, 2	0, 99953	0, 99975
17°	427, 0	0, 99906	0, 99945
18°	426, 8	0, 99859	0, 99919
19°	426, 6	0, 99812	0, 99901
20°	426, 4	0, 99766	0, 99880
21°	426, 2	0, 99719	0, 99873
22°	426, 1	0, 99696	0, 99860
23°	426, 0	0, 99672	0, 99850
24°	425, 9	0, 99649	0, 99844
25°	425, 8	0, 99625	0, 99837
26°	425, 7	0, 99602	0, 99834
27°	425, 6	0, 99578	0, 99832
28°	425, 6	0, 99578	0, 99834
29°	425, 5	0, 99555	0, 99837
30°	425, 6	0, 99578	0, 99848
31°	425, 6	0, 99578	0, 99871

Nella tavola ultima (Tav. XXXVII) abbiamo riuniti i valori del calore specifico medio fra due temperature qualunque comprese fra 0° e + 35. Le temperature fra le quali si cerca il calore specifico medio sono scritte nella prima linea e nella prima colonna:

I valori del calore specifico sono dedotti dalla formula (2).

Crediamo che questa tavola potrà riuscire di qualche utilità nelle misure calorimetriche. (1)

Oltre ai metodi precedenti, adoperammo anche quello del riscaldamento di una massa di acqua a zero (circa mezzo chilogrammo, entro un recinto a 100° ma abbandonammo questo metodo, per la incertezza nella lettura esatta delle temperature, e per quella più grande delle correzione da applicare alla temperatura letta, per lo spostamento dello zero.

Molte particolarità che non si sono potute spiegare nella precedente memoria, onde non renderla troppo lunga, si troveranno nelle seguenti memorie e note che le fanno seguito, le quali furono già comunicate all' Accademia Gioenia nelle sedute di questo anno:

1°. Sulla variabilità del calore specifico del mercurio fra 0° e + 32°.

2°. Studio dei termometri calorimetrici.

3°. Sulle correzioni per il raffreddamento, nelle determinazioni calorimetriche.

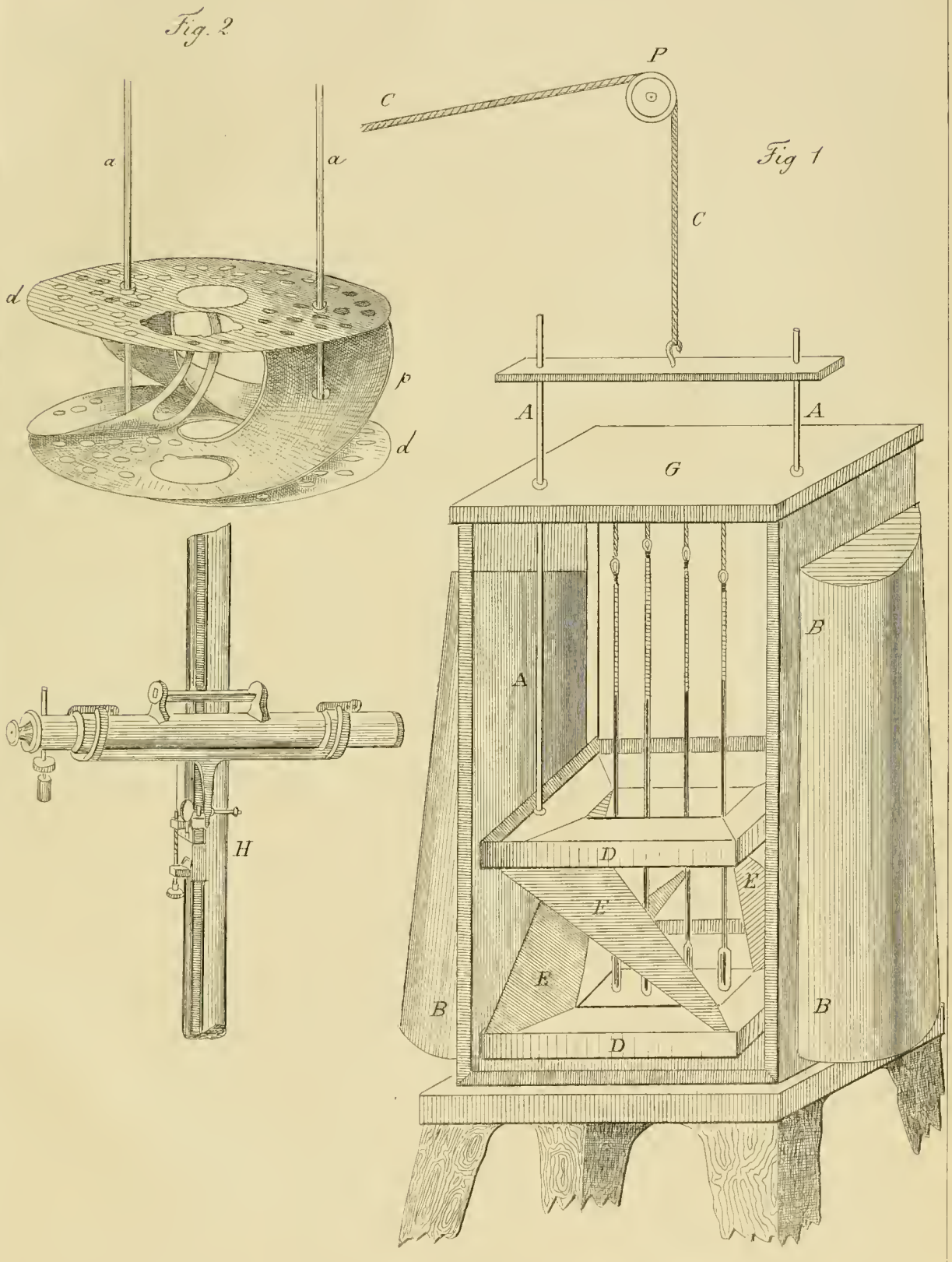
4°. Sulla costituzione degli elettroliti e sulla variabilità del loro calore specifico con la temperatura.

Istituto Fisico della Università di Catania, 1892.

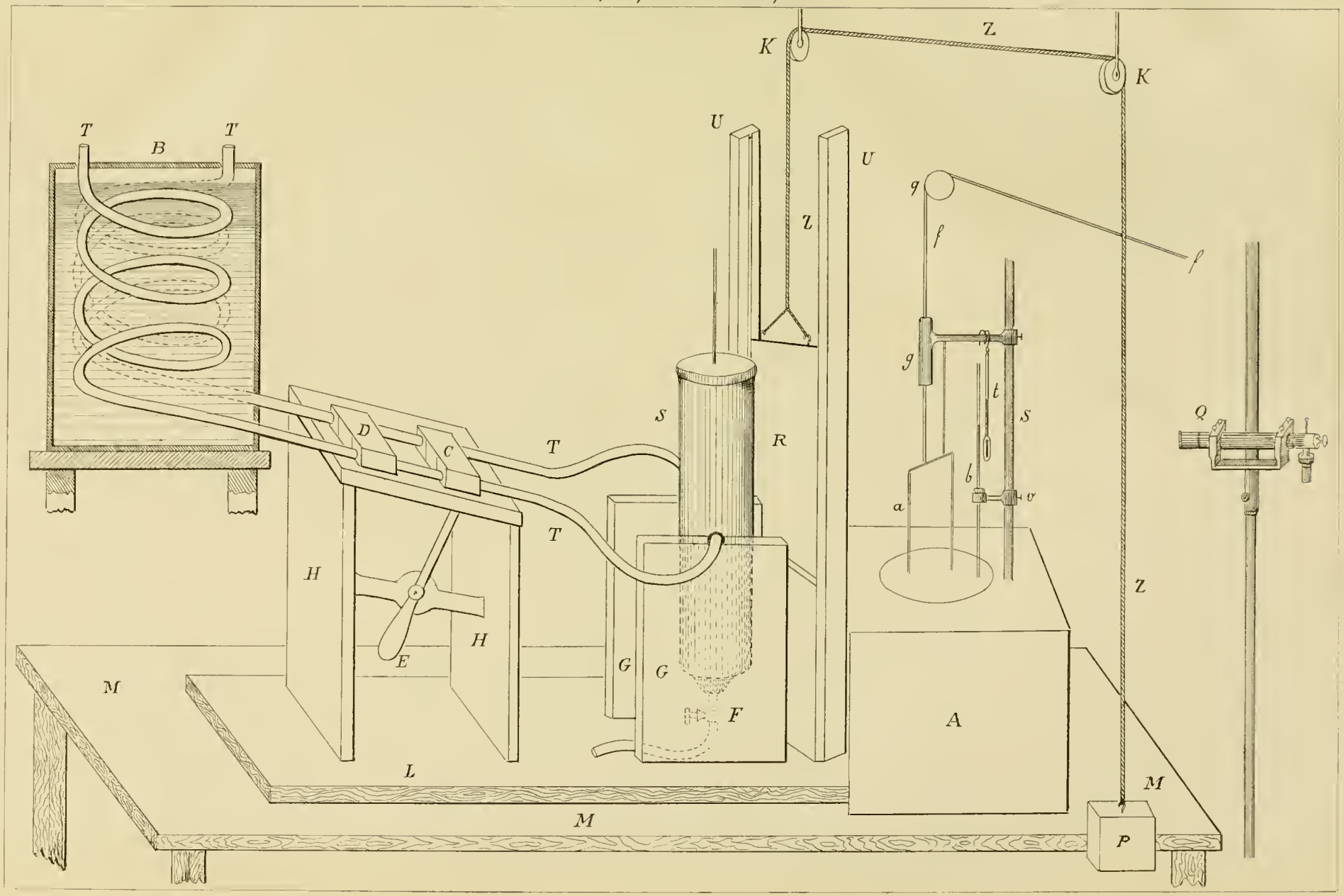
(1) Da questa tavola dei calori specifici risulta che supposto 425,5 il valore dell' equivalente meccanico del calore, quando la caloria si riferisca all' acqua a + 15°, esso diviene 428,0 riferendo la caloria all' acqua a zero.

Tavola XXXVII.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
1	1.000438																																			1
2	1.000441	1.000748																																		2
3	1.000455	1.000463	1.000[illegible]																																	3
4	1.000472	1.000481	1.000901	1.000621																																4
5	1.000494	1.000506	1.000628	1.001452	1.001082																															5
6	1.000522	1.000539	1.000701	1.000909	1.001522	1.001502																														6
7	1.000557	1.000577	1.000811	1.001034	1.001250	1.001417	1.001265																													7
8	1.000599	1.000622	1.000851	1.001063	1.001126	1.001074	1.002830	1.00[illegible]																												8
9	1.000648	1.000674	1.000907	1.001094	1.001091	1.002541	1.002[illegible]	1.002[illegible]	[illegible]																											9
10	1.000700	1.000730	1.001172	1.001114	1.002502	1.002018	1.002182	1.002151	1.001011	1.00172[illegible]																										10
11	1.000752	1.000805	1.001145	1.002001	1.002041	1.002101	1.002172	1.001948	1.001741	1.001[illegible]	1.001[illegible]																									11
12	1.001447	1.001481	1.002028	1.002078	1.002111	1.002109	1.001972	1.001751	1.001511	1.001111	1.001152	1.000672																								12
13	1.002232	1.002271	1.002721	1.002477	1.002210	1.002000	1.001683	1.001509	1.001[illegible]	1.001171	1.000985	1.000812	1.000672																							13
14	1.002027	1.002772	1.002524	1.002284	1.002019	1.001821	1.001606	1.001407	1.001198	1.001000	1.000829	1.000682	1.000562	1.000462																						14
15	1.002842	1.002582	1.002248	1.002101	1.001872	1.001651	1.001410	1.001235	1.001011	1.000856	1.000684	1.000532	1.000412	1.000312	1.000[illegible]																					15
16	1.002648	1.002402	1.002161	1.001911	1.001707	1.001491	1.001284	1.001081	1.000897	1.000719	1.000551	1.000405	1.000271	1.000117	0.999995	0.999888																				16
17	1.002476	1.002235	1.002000	1.001783	1.001574	1.001343	1.001142	1.000949	1.000767	1.000595	1.000411	1.000281	1.000144	1.000019	0.999904	0.999800	0.999674																			17
18	1.002316	1.002078	1.001849	1.001627	1.001413	1.001207	1.001011	1.000825	1.000648	1.000482	1.000326	1.000183	1.000051	0.999931	0.999823	0.999701	0.999553	0.999378																		18
19	1.002167	1.001935	1.001711	1.001494	1.001280	1.001066	1.000865	1.000674	1.000541	1.000364	1.000215	1.000088	0.999971	0.999859	0.999759	0.999671	0.999562	0.999410	0.999211																	19
20	1.002031	1.001804	1.001585	1.001374	1.001171	1.000977	1.000792	1.000617	1.000452	1.000299	1.000150	1.000025	0.999907	0.999801	0.999707	0.999628	0.999563	0.999509	0.999475	0.999447																20
21	1.001909	1.001684	1.001474	1.001268	1.001071	1.000882	1.000704	1.000535	1.000377	1.000230	1.000093	0.999969	0.999858	0.999759	0.999673	0.999601	0.999544	0.999499	0.999474	0.999458	0.999409															21
22	1.001799	1.001581	1.001375	1.001174	1.000981	1.000800	1.000628	1.000465	1.000313	1.000174	1.000044	0.999926	0.999821	0.999729	0.999650	0.999585	0.999537	0.999497	0.999477	0.999468	0.999470	0.999489														22
23	1.001704	1.001494	1.001291	1.001096	1.000911	1.000734	1.000568	1.000412	1.000267	1.000134	1.000010	0.999898	0.999801	0.999718	0.999648	0.999589	0.999540	0.999497	0.999484	0.999505	0.999521	0.999551	0.999611													23
24	1.001623	1.001417	1.001221	1.001032	1.000851	1.000681	1.000521	1.000374	1.000236	1.000106	1.000002	0.999889	0.999791	0.999721	0.999657	0.999608	0.999574	0.999552	0.999547	0.999554	0.999584	0.999621	0.999687	0.999790												24
25	1.001555	1.001356	1.001165	1.000982	1.000809	1.000645	1.000492	1.000349	1.000217	1.000098	1.000000	0.999892	0.999798	0.999738	0.999682	0.999639	0.999612	0.999598	0.999601	0.999617	0.999654	0.999697	0.999766	0.999841	0.999922											25
26	1.001501	1.001310	1.001125	1.000948	1.000781	1.000624	1.000477	1.000341	1.000216	1.000101	1.000001	0.999912	0.999827	0.999774	0.999725	0.999694	0.999671	0.999667	0.999670	0.999701	0.999744	0.999798	0.999876	0.999962	1.000053	1.000129										26
27	1.001467	1.001277	1.001099	1.000928	1.000768	1.000618	1.000477	1.000348	1.000229	1.000124	1.000029	0.999948	0.999859	0.999824	0.999783	0.999756	0.999741	0.999746	0.999767	0.999788	0.999818	0.999861	0.999905	1.000001	1.000091	1.000180	1.000177									27
28	1.001441	1.001262	1.001089	1.000920	1.000771	1.000627	1.000494	1.000372	1.000261	1.000162	1.000075	1.000001	0.999941	0.999892	0.999859	0.999840	0.999836	0.999849	0.999874	0.999918	0.999974	1.000045	1.000114	1.000242	1.000353	1.000440	1.000361	1.000839								28
29	1.001436	1.001261	1.001095	1.000918	1.000790	1.000651	1.000527	1.000411	1.000307	1.000216	1.000136	1.000069	1.000010	0.999977	0.999951	0.999940	0.999941	0.999964	0.999998	1.000047	1.000129	1.000214	1.000305	1.000400	1.000538	1.000682	1.000855	1.000955	1.001240							29
30	1.001444	1.001275	1.001115	1.000967	1.000824	1.000694	1.000574	1.000466	1.000369	1.000285	1.000213	1.000151	1.000102	1.000077	1.000059	1.000058	1.000064	1.000117	1.000165	1.000250	1.000350	1.000450	1.000588	1.000728	1.000880	1.001060	1.001257	1.001458	1.001676							30
31	1.001469	1.001307	1.001155	1.001010	1.000876	1.000755	1.000649	1.000549	1.000459	1.000379	1.000308	1.000257	1.000210	1.000190	1.000180	1.000191	1.000241	1.000294	1.000368	1.000461	1.000547	1.000645	1.000762	1.000911	1.001041	1.001211	1.001392	1.001606	1.001712	1.001847	1.002240					31
32	1.001510	1.001354	1.001208	1.001071	1.000944	1.000828	1.000722	1.000629	1.000547	1.000478	1.000421	1.000377	1.000338	1.000312	1.000310	1.000340	1.000372	1.000415	1.000476	1.000549	1.000612	1.000718	1.000871	1.001014	1.001159	1.001310	1.001540	1.001753	1.001959	1.002225	1.002488	1.002781				32
33	1.001559	1.001409	1.001270	1.001138	1.001019	1.000910	1.000812	1.000725	1.000650	1.000588	1.000546	1.000502	1.000480	1.000472	1.000477	1.000498	1.000531	1.000585	1.000652	1.000741	1.000844	1.000936	1.001079	1.001225	1.001388	1.001571	1.001767	1.001982	1.002200	1.002451	1.002709	1.002954	1.003427			33
34	1.001648	1.001495	1.001361	1.001240	1.001127	1.001025	1.000934	1.000855	1.000788	1.000741	1.000724	1.000735	1.000751	1.000781	1.000825	1.000885	1.000949	1.001040	1.001156	1.001280	1.001431	1.001580	1.001674	1.001869	1.002077	1.002305	1.002548	1.002809	1.003091	1.003384	1.003686	1.004245				34
35	1.001731	1.001597	1.001472	1.001356	1.001250	1.001156	1.001071	1.001000	1.000941	1.000897	1.000884	1.000844	1.000839	1.000847	1.000870	1.000909	1.000962	1.001031	1.001117	1.001218	1.001330	1.001449	1.001621	1.001780	1.001973	1.002178	1.002407	1.002637	1.002891	1.003168	1.003467	1.003779	1.004412	1.004904	1.005063	35
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	



Lit. Luzzia. Catania



LIT. ZURRIA-CATANIA

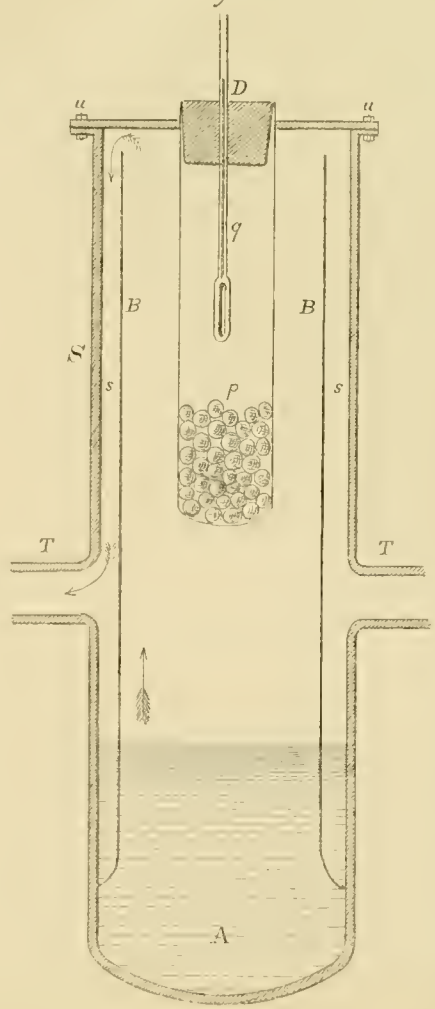
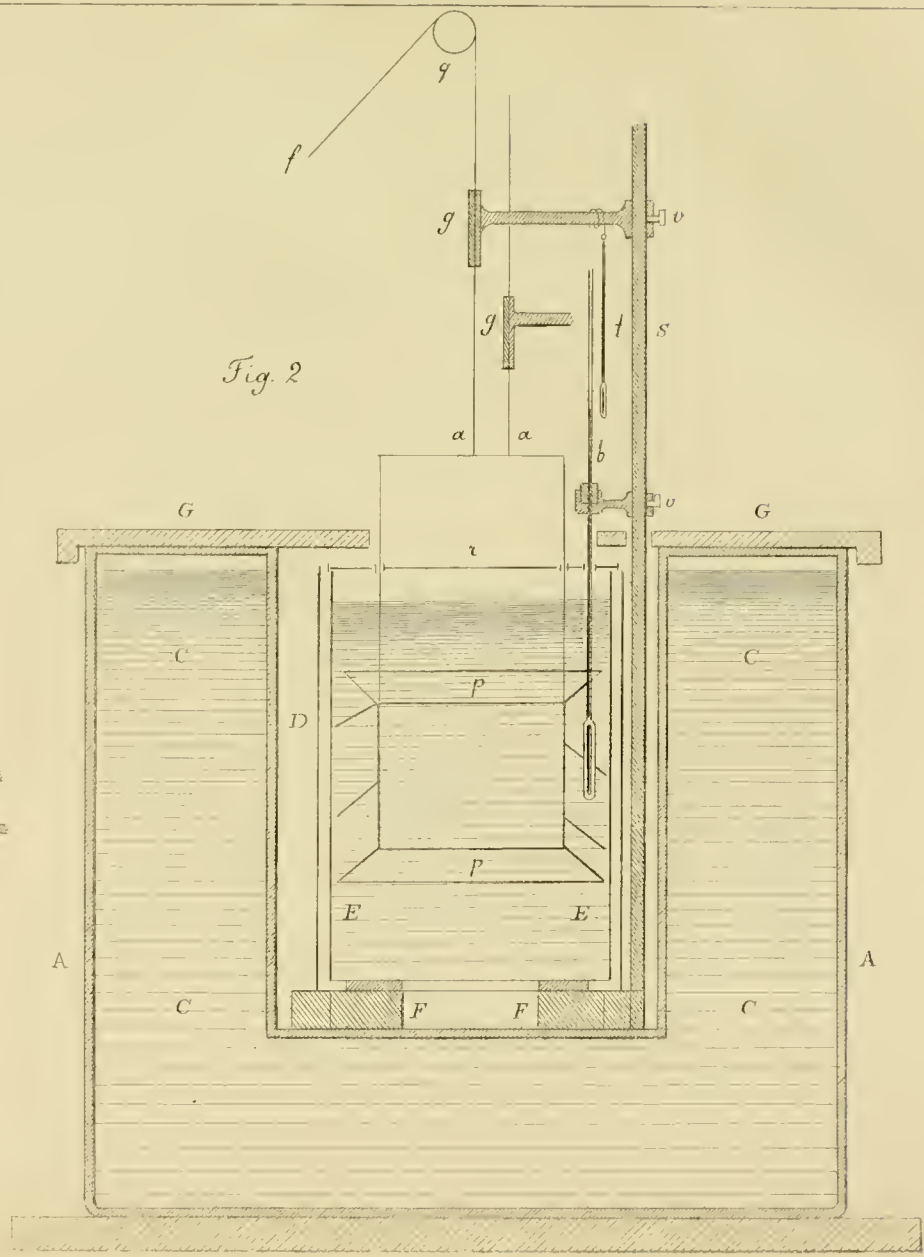
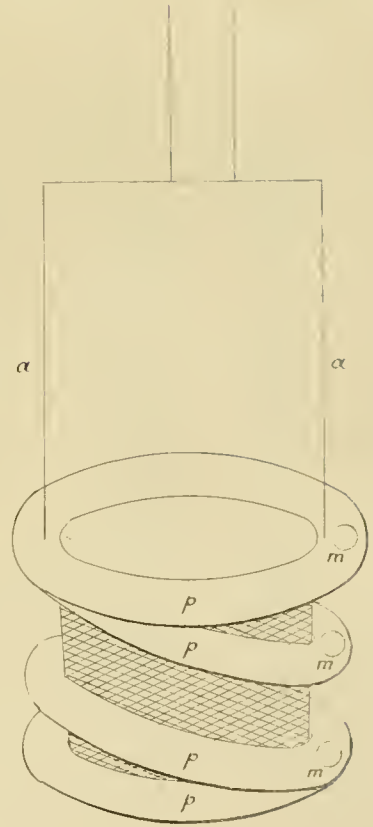


Fig 1
D
u
u
q
B
B
S
s
s
P
T
T
A


q
f
g
v
g
t
s
Fig. 2
a
a
b
v
G
G
r
C
C
D
P
P
E
E
A
A
C
C
F
F


a
a
m
P
P
m
P
m
P
Fig. 3

Memoria VIII.

Teorema di Stokes in coordinate generali

Nota del prof. GIAN ANTONIO MAGGI

Nella mia Memoria " *Sulla propagazione libera e perturbata delle onde luminose in un mezzo isotropo* „ (pubblicata nel tomo XVI degli Annali di Matematica) (*) ho già avuto l'occasione di dare una dimostrazione del teorema di Stokes, che, se implica l'esistenza di tutte le derivate delle funzioni considerate, mi pare però la più atta a mettere in rilievo la natura di quella relazione, e la più semplice che si possa dare, facendo uso di coordinate curvilinee. Ma, per l'applicazione che ne facevo in quel lavoro, non ho condotto la trattazione a termine che nel caso delle coordinate ortogonali.

Qui, premesse alcune considerazioni sugli integrali secondo un cammino, riproduco la parte generale di quel procedimento, e ne deduco poi l'espressione del teorema in coordinate curvilinee generali, che, per quanto mi consta, non fu data ancora.

Nella sua Memoria fondamentale " *Sull' uso delle coordinate curvilinee nella teoria del Potenziale e dell' Elasticità* „ (Memorie della R. Acc. delle Scienze di Bologna, (4) t. VI) il prof. Beltrami dà l'espressione in coordinate generali, per usare delle parole dell' illustre autore, di quel gruppo d'equazioni che ha il suo centro nel teorema di Green. Viene così aggiunta quella del teorema di Stokes, equazione della stessa natura di quelle, e come quelle tanto spesso invocata nelle questioni di Fisica Matematica.

Indichino q_1, q_2, q_3 le coordinate del posto qualunque di un

(*) V. anche la mia Nota " *Sui doppii strati agenti* „ nei Rendic. del R. Ist. Lomb. (2) t. XXII.

campo, e (q) lo stesso posto. Cammino conducente da (q'), origine, a (q''), termine, è ogni successione di posti (q) tali che

$$q_1 = \varphi_1(t) \qquad q_2 = \varphi_2(t) \qquad q_3 = \varphi_3(t), \tag{1}$$

(colla condizione che

$$q'_i = \varphi_i(t'), \qquad q''_i = \varphi_i(t''), \qquad (i = 1, 2, 3)$$

e che nell' intervallo $(t' t'')$, $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $\varphi_3(t)$ sono continue) corrispondente alla successione dei valori di t, che comincia con t' e finisce con t'', origine e termine dell' intervallo.

Il cammino è chiuso quando (q') e (q'') coincidono; aperto nel caso contrario.

Se, esclusi per avventura gli estremi, a valori diversi di t corrispondono sempre posti (q) pure diversi, diremo il cammino semplice. È chiaro che ogni cammino che non è semplice sarà la successione di tanti cammini semplici.

Ad ogni cammino corrisponde una certa linea: il luogo dei posti (q) appartenenti al cammino medesimo.

Ad ogni cammino semplice corrisponde poi un certo senso: quello in cui la linea suddetta è percorsa dal punto (q), segnatovi per ogni valore di t, al variare di t da t' a t''. Se il cammino è aperto, questo senso è definito dal passaggio dall'origine al termine. Se il cammino è chiuso, giova, per fissarlo, immaginare una superficie di cui la linea formi l'orlo: e stabilito un senso della normale in un suo punto, per prendere negli altri punti il senso che vi succede con continuità, convenire che una persona segua il movimento del punto, ritta nel senso indicato da questa normale. Ciò posto, il senso del cammino sarà quello pel quale questa persona ha costantemente la superficie alla propria sinistra o alla propria destra.

Si viene così a stabilire una relazione fra il senso appartenente ad un cammino chiuso semplice e quello della normale ad una superficie di cui la linea del cammino forma l'orlo, volta da una certa parte.

E questa relazione potrà essere concorde o no con quella d'un asse e d' un giro dato, stabilita allo stesso modo : cioè mediante una persona che descrive il giro, ritta dalla parte del relativo piano dalla quale è voltato l' asse.

Concepite le tangenti alle linee q_1, q_2 e q_3 passanti per uno stesso punto volte dalla parte in cui cresce la relativa coordinata, chiameremo la suddetta relazione positiva quando è quella che sta fra la tangente alla linea q_1 e il giro che conduce (s' intende sempre per l' angolo concavo) dalla tangente alla linea q_2 alla tangente alla linea q_3.

Osserviamo finalmente che, se la linea ammette in ogni punto la tangente, ciò che torna supporre che le funzioni $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $\varphi_3(t)$ ammettano nell' intervallo $(t' t'')$ la derivata, questa si potrà concepire volta nel senso appartenente al cammino. E con ciò la relazione in discorso si traduce in una relazione di senso fra la tangente nei punti della linea del cammino e la normale nei punti d' una superficie di cui questa linea forma il contorno.

Supponiamo che $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $\varphi_3(t)$ ammettano la derivata, finita e continua, salvo, per avventura, alcuni posti: ciò che, alla sua volta, torna ammettere che la linea del cammino ammetta in ogni punto la tangente, variabile generalmente con continuità; e indichiamo con X_1, X_2, X_3 tre funzioni di q_1, q_2, q_3 nel campo considerato continue, finite, e dotate di derivate prime parimente continue e finite.

Esisterà

$$\int_{t'}^{t''} \left(X_1 \frac{d\varphi_1}{dt} + X_2 \frac{d\varphi_2}{dt} + X_3 \frac{d\varphi_3}{dt} \right) dt,$$

dove X_1, X_2, X_3 indicano le funzioni di t composte colle funzioni così indicate, e colle (1). E ciò chiamasi l' integrale di

$$X_1 dq_1 + X_2 dq_2 + X_3 dq_3$$

secondo il cammino considerato, e si indica brevemente con

$$\int \left(X_1\, dq_1 + X_2\, dq_2 + X_3\, dq_3\right),$$

salvo ad aggiungere qualche indice per mettere in evidenza le circostanze del cammino medesimo.

Così, supposto il cammino semplice, se è aperto, indicando con A, B gli estremi, $\int_{AB}$ significherà che il suo senso corrisponde al passaggio da A a B, ossia che A è l'origine e B il termine: e se è chiuso, immaginando A, B, C, D succedentisi lungo la linea, $\int_{ABCDA}$ significherà che il senso del cammino corrisponde al movimento di un punto, che, percorrendo la linea, incontra quei punti nell'ordine in cui stanno scritti.

E chiaro, con questo significato dei simboli, che:

$$\int_{AB} = -\int_{BA},$$

$$\int_{ABCDA} = \int_{ABC} + \int_{CDA} = \int_{ABC} - \int_{ADC}$$

Tutto ciò premesso, sia il campo in discorso semplicemente connesso, per modo che, immaginandovi una linea rientrante, possa sempre essere il contorno completo d'una superficie tutta parimente compresa nel campo: e consideriamo un cammino semplice chiuso ad esso appartenente.

Esisterà

$$\int \left(X_1\, dq_1 + X_2\, dq_2 + X_3\, dq_3\right)$$

secondo questo cammino, e concepita una superficie compresa nel campo, della quale la linea di detto cammino formi il contorno, qualunque, purchè dotata di pian tangente variabile con continuità, per un'infinità di cammini corrispondenti a linee della superficie.

Fissiamo due punti, A e B sulla linea del cammino dato, che la divideranno in due pezzi $AA'B$ e $AB'B$, e consideriamo due famiglie di linee della superficie dotate di tangente variabile con continuità, e tali che i loro singoli individui non s'intersecano fra loro nell' interno della superficie, ma intersecano tutti gl' individui dell' altra: le une aventi per estremi comuni A e B e per individui limiti $AA'B$ e $AB'B$, le altre aventi per individui limiti gli stessi punti A e B.

Allora ogni punto della superficie, escluso A e B, determinerà una coppia di linee appartenenti alle due famiglie, e reciprocamente. E per conseguenza, se v, u sono due parametri che individuano le singole linee della prima e della seconda famiglia, per modo che lungo ogni linea della prima famiglia (linea u) varia la sola u, e lungo ogni linea della seconda (linea v) la sola v, si potranno assumere u, v per coordinate curvilinee dei punti della superficie.

Ne viene che ogni funzione di q_1, q_2, q_3, nell'ipotesi che (q) appartenga alla superficie sarà funzione di u, v, e posto, rappresentando con φ una funzione qualunque di u, v:

$$\frac{d\varphi}{du}\,du = \partial\varphi, \qquad \frac{d\varphi}{dv}\,dv = \delta\varphi,$$

sarà nella suddetta ipotesi:

$$\left.\begin{aligned} \partial X_i &= \frac{dX_i}{dq_1}\,\partial q_1 + \frac{dX_i}{dq_2}\,\partial q_2 + \frac{dX_i}{dq_3}\,\partial q_3\,, \\ \delta X_i &= \frac{dX_i}{dq_1}\,\delta q_1 + \frac{dX_i}{dq_2}\,\delta q_2 + \frac{dX_i}{dq_3}\,\delta q_3\,, \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

$$(i = 1, 2, 3).$$

Secondo ogni cammino conducente da A e B e corrispondente ad una linea u esisterà

$$\int (X_1\,\partial q_1 + X_2\,\partial q_2 + X_3\,\partial q_3),$$

e sarà una funzione di ε, la quale, supposto almeno che le linee si possano scegliere in modo che esistano anche $\partial\delta q_i$, $\delta\partial q_i$ finiti e continui, ammetterà il differenziale

$$\delta \int (X_1\, \partial q_1 + X_2\, \partial q_2 + X_3\, \partial q_3)\,.$$

Di questo differenziale ci giova trovare una forma opportuna. Perciò osserviamo che, per teoremi noti, nelle nostre ipotesi, sarà:

$$\delta \int X_i\, \partial q_i = \int \delta\,(X_i\, \partial q_i) = \int \delta X_i\, \partial q_i + \int X_i\, \delta\partial q_i\,,$$

$$\int Xi\, \delta\partial q_i = \int X_i\, \partial\delta q_i\,,$$

$$\int X_i\, \partial\delta q_i = -\int \partial X_i\, \delta q_i\,,$$

perchè pei limiti dell'integrazione, cui corrispondono i punti A e B δq_i è 0. Quindi:

$$\delta \int X_i\, \partial q_i = \int (\delta X_i\, \partial q_i - \partial X\, \delta q_i)\,.$$

E di qui, impiegando le (2), deduciamo, dopo ovvie riduzioni:

$$\delta \int (X_1\, \partial q_1 + X_2\, \partial q_2 + X_3\, \partial q_3)$$

$$= \int \left\{ \left(\frac{dX_2}{dq_2} - \frac{dX_3}{dq_3}\right)\left(\delta q_2\, \partial q_3 - \delta q_3\, \partial q_2\right) + \left(\frac{dX_1}{dq_3} - \frac{dX_3}{dq_1}\right)\left(\delta q_3\, \partial q_1 - \delta q_1\, \partial q_3\right) \right.$$

$$\left. + \left(\frac{dX_2}{dq_1} - \frac{dX_1}{dq_2}\right)\left(\delta q_1\, \partial q_2 - \delta q_2\, \partial q_1\right) \right\},$$

che è il risultato voluto.

D'altra parte

$$\int_{AA'BB'A} (X_1\, dq_1 + X_2\, dq_2 + X_3\, dq_3)$$

$$= \int_{AA'B} (X_1\, \partial q_1 + X_2\, \partial q_2 + X_3\, \partial q_3)$$

$$- \int_{AB'B} (X_1\, \partial q_1 + X_2\, \partial q_2 + X_3\, \partial q_3)$$

$$= \int \delta \int (X_1\, \partial q_1 + X_2\, \partial q_2 + X_3\, \partial q_3)\,,$$

dove nell'integrazione (interna) per rispetto a u è da intendersi, come precedentemente, che il limite inferiore corrisponda ad A, e nell'integrazione (esterna) per rispetto a v è da intendersi che il limite inferiore corrisponda a $AB'B$. Quindi, con queste convenzioni:

$$\int (X_1\, dq_1 + X_2\, dq_2 + X_3\, dq_3) =$$

$$\int\int \left\{ \left(\frac{dX_3}{dq_2} - \frac{dX_2}{dq_3}\right) \left(\delta q_2\, \partial q_3 - \delta q_3\, \partial q_2\right) + \left(\frac{dX_1}{dq_3} - \frac{dX_3}{dq_1}\right) \left(\delta q_3\, \partial q_1 - \delta q_1\, \partial q_3\right) \right.$$

$$\left. + \left(\frac{dX_2}{dq_1} - \frac{dX_1}{dq_2}\right) \left(\delta q_1\, \partial q_2 - \delta q_2\, \partial q_1\right) \right\},$$

Ora è

$$\delta q_2\, \partial q_3 - \delta q_3\, \partial q_2 = \left(\frac{dq_2}{dv}\,\frac{dq_3}{du} - \frac{dq_3}{dv}\,\frac{dq_2}{du}\right) du\, dv\ .$$

Troviamo un'opportuna espressione di

$$\frac{dq_2}{dv}\,\frac{dq_3}{du} - \frac{dq_3}{dv}\,\frac{dq_2}{du}\ .$$

Sia perciò

$$ds^2 = \Sigma_{ij}\, Q_{ij}\, dq_i\, dq_j$$

l' espressione del quadrato del differenziale dell' arco s di linea qualunque del campo colle supposte coordinate, e

$$ds^2 = E\, du^2 + 2\, F\, du dv + G\, dv^2$$

l'espressione analoga nel caso che la linea appartenga alla superficie considerata, colle coordinate u, v.

Essendo, col solo vincolo che (q) si trovi su detta superficie:

$$dq_i = \frac{dq_i}{du}\, du + \frac{dq_i}{dv}\, dv$$

$$(i = 1, 2, 3)$$

si ha

$$E = \Sigma_i U_i \frac{dq_i}{du}, \quad G = \Sigma_i V_i \frac{dq_i}{dv},$$

$$F = \Sigma_i U_i \frac{dq_i}{dv} = \Sigma_i V_i \frac{dq_i}{du},$$

dove

$$U_i = \Sigma_j Q_{ij} \frac{dq_j}{du}, \quad V_i = \Sigma_j Q_{ij} \frac{dq_j}{dv}.$$

U_i e V_i hanno un significato semplice. Conveniamo una volta per sempre che il senso attribuito alla tangente ad una linea in ogni punto sia quello in cui cresce l'arco, e che in una linea coordinata l'arco cresca nel senso in cui cresce la coordinata. Ciò posto, indicando con $d's$, $d''s$ il differenziale dell' arco di due linee diverse passanti per uno stesso punto (q), relativo a questo punto: con $d'q_i$, $d''q_i$ i corrispondenti differenziali di q_i: e con $(d's, d''s)$ l'angolo formato dalle tangenti alle due linee nel punto in discorso, si ha:

$$d's\, d''s \cos(d's, d''s) = \Sigma_{ij} Q_{ij}\, d'q_i\, d''q_j \tag{3}$$

Sia la prima linea la linea coordinata q_i, e la seconda la linea u, e rammentiamo che

$$ds_{q_i} = \sqrt{Q_{ii}}\, dq_i, \quad ds_u = \sqrt{E}\, du,$$

dove, nelle precedenti ipotesi, i radicali hanno il segno $+$. Per (3) abbiamo:

$$\sqrt{Q_{ii}}\, \sqrt{E} \cos u_i = \Sigma_j Q_{ij} \frac{dq_j}{du}, \tag{4}$$

dove u_i indica l' angolo formato dalle tangenti in (q) alle linee q_i e u.

E analogamente:

$$\sqrt{Q_{ii}}\, \sqrt{F} \cos v_i = \Sigma_j Q_{ij} \frac{dq_j}{dv},$$

dove i radicali hanno il segno $+$ e v_i indica l'angolo delle tangenti in (q) alle linee q_i e v.

Indichiamo con Q^2 il determinante dei Q_{ij}, e con $Q^2 P_{ij}$ il complemento algebrico di Q_{ij}. Moltiplicando le tre equazioni che si ricavano da (4) con $i = 1, 2, 3$ rispettivamente per P_{11}, P_{12}, P_{13}, e sommandole poi membro a membro, ne ricaviamo:

$$\frac{dq_1}{du} = \sqrt{E}\, \Sigma_i\, P_{1i} \sqrt{Q_{ii}} \cos u_i \,.$$

Quindi:

$$\frac{dq_i}{du} = \sqrt{E}\, \Sigma_j\, P_{ij} \sqrt{Q_{jj}} \cos u_j \,,$$

$$\frac{dq_i}{dv} = \sqrt{G}\, \Sigma_j\, P_{ij} \sqrt{Q_{jj}} \cos v_j .$$

E per conseguenza:

$$\frac{dq_2}{dv}\frac{dq_1}{du} - \frac{dq_1}{dv}\frac{dq_2}{du} = \sqrt{EG}\; \Sigma_{ij}\, P_{2i}\, P_{3j} \sqrt{Q_{ii}\, Q_{jj}}\, (\cos v_i \cos u_j - \cos v_j \cos u_i)$$

Poniamo per un momento:

$$\sqrt{Q_{ii}\, Q_{jj}}\, (\cos v_i \cos u_j - \cos v_j \cos u_i) = [i, j] \cdot$$

Si troverà subito:

$$\Sigma_{ij}\, P_{2i}\, P_{3j}\, [i,j]$$

$$= (P_{22} P_{33} - P_{23} P_{32})\, [2,3] + (P_{23} P_{31} - P_{21} P_{33})\, [3,1] + (P_{21} P_{32} - P_{22} P_{31})\, [1,2] .$$

I tre determinanti sono i complementi di P_{11}, P_{12} e P_{13} nel determinante dei P_{ij}, e, per conseguenza, stante la definizione dei P_{ij}, rispettivamente eguali a

$$\frac{Q_{11}}{Q^2}, \qquad \frac{Q_{12}}{Q^2}, \qquad \frac{Q_{13}}{Q^2} .$$

Quindi:

$$\Sigma_{ij}\, P_{2i}\, P_{3j}\, [i,j] = \frac{1}{Q^2} \Big(Q_{11}\, [2,3] + Q_{12}\, [3,1] + Q_{13}\, [1,2] \Big)$$

D' altra parte indichiamo con n la misura del segmento di normale alla superficie nel punto qualunque (u, v), volta in un certo

senso per rispetto al giro che conduce dalla tangente alla linea v alla tangente alla linea u: e con n_{ij} quelle del segmento di perpendicolare alle tangenti alle due linee q_i e q_j, passanti per lo stesso punto, volta nello stesso senso per rispetto al giro che conduce dalla prima tangente alla seconda.

Indicando inoltre con (nn_{ij}), (uv), (ij) l'angolo formato dalle due normali, dalla prima e dalla seconda coppia di tangenti, abbiamo:

$$\cos(n_{ij}\, n) = \frac{\cos v_i \cos u_j - \cos v_j \cos u_i}{\sin(ij) \sin(uv)}$$

Per conseguenza di tutto ciò:

$$\frac{dq_2}{dv}\frac{dq_3}{du} - \frac{dq_3}{dv}\frac{dq_2}{du} =$$

$$\frac{1}{Q^2} \sin(uv) \sqrt{EG}\ \Sigma_i\ Q_{1i} \sqrt{Q_{jj}\, Q_{kk}} \sin(jk) \cos(n_{jk}\, n)$$

ossia:

$$\delta q_2\, \partial q_3 - \delta q_3\, \partial q_2 =$$

$$\frac{1}{Q_2} \sin(uv) \sqrt{E}\, du \sqrt{G}\, dv\ \Sigma_i\ Q_{1i} \sqrt{Q_{jj}\, Q_{kk}} \sin(jk) \cos(n_{jk}\, n)$$

dove, scelto i, s' intende che j e k siano, fra i numeri 1, 2 e 3, quelli che gli succedono circolarmente.

Stabiliamo che du, dv siano positivi, cioè che u cresca da A verso B, e v da $AB'B$ verso $AA'B$. Siccome, per le nostre precedenti convenzioni, la tangente ad una linea coordinata ha in ogni punto il senso in cui cresce la coordinata relativa, sarà, per rispetto ad un determinato senso della normale n, il senso del giro che conduce dalla tangente alla linea v alla tangente alla linea u, per l'angolo concavo, come il senso del cammino considerato.

Concludiamo così:

$$\int (X_1\, dq_1 + X_2\, dq_2 + X_3\, dq_3)$$

$$= \int \left\{ \left(\frac{dX_3}{dq_2} - \frac{dX_2}{dq_3}\right) N_1 + \left(\frac{dX_1}{dq_3} - \frac{dX_3}{dq_1}\right) N_2 + \left(\frac{dX_2}{dq_1} - \frac{dX_1}{dq_2}\right) N_3 \right\} \frac{d\sigma}{Q^2}$$

dove:

$$N_1 = \Sigma_i \, Q_{1i} \sqrt{Q_{jj} Q_{kk}} \sin(jk) \cos(n_{jk} n)$$

$$N_2 = \Sigma_i \, Q_{2i} \sqrt{Q_{jj} Q_{kk}} \sin(jk) \cos(n_{jk} n)$$

$$N_3 = \Sigma_i \, Q_{3i} \sqrt{Q_{jj} Q_{kk}} \sin(jk) \cos(n_{jk} n),$$

e il senso della perpendicolare n_{jk} alle tangenti alle linee q_j, q_k passanti pel punto considerato della superficie è, per rispetto a quello del giro che conduce per l'angolo concavo dalla tangente alla prima linea alla tangente alla seconda, come il senso della normale n nello stesso punto della superficie a quello del cammino.

Questa è la forma più generale del Teorema di Stokes.

È facile ricavare di qui la nota forma del caso che le coordinate siano ortogonali.

In questo caso $\sin(jk) = 1$, $Q_{hi} = 0$ con h diverso da i, e n_{jk} avrà la direzione della tangente alla linea coordinata che non è q_j e q_k nel relativo punto della superficie, volta, per rispetto al giro che per l'angolo retto conduce dalla tangente a q_j alla tangente a q_k, come la normale n alla superficie per rispetto al senso del cammino.

Quel senso della tangente alla linea coordinata suddetta potrà essere concorde o no con quello in cui cresce la rispettiva coordinata: ma, se è concorde o discorde con una certa coppia di valori di j e k, lo sarà anche con ogni altra coppia di valori che susseguono a quelli colla permutazione circolare.

Quindi, indicando con n_1, n_2, n_3 la tangente alla linea coordinata q_1, q_2 e q_3, volta nel senso indicato, il Teorema di Stokes prende nel caso in discorso la forma:

$$\int (X_1 dq_1 + X_2 dq_2 + X_3 dq_3)$$

$$= \int \left\{ \left(\frac{dX_3}{dq_2} - \frac{dX_2}{dq_3}\right) \frac{\cos(nn_1)}{\sqrt{Q_{22} Q_{33}}} + \left(\frac{dX_1}{dq_3} - \frac{dX_3}{dq_1}\right) \frac{\cos(nn_2)}{\sqrt{Q_{33} Q_{11}}} + \left(\frac{dX_2}{dq_1} - \frac{dX_1}{dq_2}\right) \frac{\cos(nn_3)}{\sqrt{Q_{11} Q_{22}}} \right\} d\sigma$$

Supponiamo che tal senso della tangente sia quello in cui cre-

sce la rispettiva coordinata. Allora, col valore positivo dei radicali:

$$\cos(nn_1) = \frac{\sqrt{Q_{11}}\, dq_1}{dn}, \quad \cos(nn_2) = \frac{\sqrt{Q_{22}}\, dq_2}{dn}, \quad \cos(nn_3) = \frac{\sqrt{Q_{33}}\, dq_3}{dn},$$

dove dq_1, dq_2, dq_3 sono i differenziali di q_1, q_2, q_3 corrispondenti al differenziale dn della normale n.

E per conseguenza:

$$\int (X_1\, dq_1 + X_2\, dq_2 + X_3\, dq_3)$$

$$= \int \left\{ \left(\frac{dX_3}{dq_2} - \frac{dX_2}{dq_3}\right) \sqrt{\frac{Q_{11}}{Q_{22}\, Q_{33}}}\, \frac{dq_1}{dn} + \left(\frac{dX_1}{dq_3} - \frac{dX_3}{dq_1}\right) \sqrt{\frac{Q_{22}}{Q_{33}\, Q_{11}}}\, \frac{dq_2}{dn} \right.$$

$$\left. + \left(\frac{dX_2}{dq_1} - \frac{dX_1}{dq_2}\right) \sqrt{\frac{Q_{11}}{Q_{22}\, Q_{33}}}\, \frac{dq_3}{dn} \right\} d\sigma,$$

dove, colla convenzione fatta in principio (pag. 3) possiam dire che il senso della normale n è positivo per rispetto a quello del cammino.

Una semplificazione è anche possibile nel caso che le coordinate non siano ortogonali, cioè $\cos(jk)$ diverso da 0, anche per j diverso da k. È infatti, in generale:

$$\sqrt{Q_{jj}\, Q_{kk}} \cos(jk) = Q_{jk}\ .$$

Quindi, nella suddetta ipotesi:

$$N_1 = \Sigma_i\, Q_{1i}\, Q_{jk} \tan(jk) \cos(n_{jk} n)$$

$$N_2 = \Sigma_i\, Q_{2i}\, Q_{jk} \tan(jk) \cos(n_{jk} n)$$

$$N_3 = \Sigma_i\, Q_{3i}\, Q_{jk} \tan(jk) \cos(n_{jk} n)$$

Messina, 1 febbraio 1892.

N.° IX.

Il Prof. P. A. MAUGERI e il suo sistema filosofico

Discorso commemorativo
letto nella Grande Aula della R. Università di Catania
addì 10 gennaio 1892

DAL

Can. FRANCESCO FISICHELLA

Professore ordinario nella R. Università di Messina

SIGNORI,

È sacro il dovere di commemorare ed onorare coloro che scendono nel sepolcro circondati dall' aureola della benemerenza nel campo del pensiero o in quello delle opere, o nell'uno e nell'altro insieme. È gratitudine verso di loro : lavorarono per l' incremento del nostro patrimonio intellettuale e morale. È incitamento per noi ad alacrità per mettere a profitto ed accrescere quel sacro patrimonio. È carità patria mettere in rilievo le glorie dei nostri Grandi. Con dolore d'italiano ricordo che gli stranieri nell'interesse della loro patria zelano pur troppo l'onore dei loro grandi, innalzano monumenti anche a mediocrità ; e noi lasciamo spesso inosservati anche i nostri Sommi. A forza di non curare le nostre glorie, si finirebbe per crederci da nulla , e più tardi a non valer nulla. Onoriamo i Grandi per loro, per noi, per la patria. E questo dovere si accresce ancora di più quando si tratta di coloro che nella prima metà del nostro secolo lavorarono tanto per rigenerare il pensiero italiano, e in modi diversi con sublimi ideali e con fede ardente cooperarono a compiere la grande Epopea nazionale; ed ora scendono nel sepolcro addolorati dal nostro scetticismo e dal manco d'idealità della nostra vita.

Il professore A. Maugeri , che illustrò per tanti anni questo glorioso Ateneo col suo insegnamento, e la filosofia siciliana e na-

zionale colle sue opere, è sceso nel sepolcro! L'Accademia Gioenia tanto benemerita al progresso della scienza, che ha avuto ed ha nel suo seno tante Illustrazioni, compie il delicato dovere di commemorare l'illustre Estinto !.. Volle affidare a me l'onorevole incarico, e non posso che rimanerle grato della fiducia mostratami. Sentivami impari all'alto mandato; ma il Maugeri fu mio maestro, e dopo, mio intimo amico; parvemi delitto il declinarlo; e col cuore addolorato tributo il mio omaggio, comunque modesto, al maestro ed all'amico; sperando d'altronde che altri meglio, che io non faccia, metterà in rilievo questa nobile figura nella nostra scienza. In un discorso commemorativo in un' Accademia non posso parlare dell'illustre Estinto che sotto il profilo della scienza, lasciando inosservato ogni altro aspetto della vita; " *Il prof. Maugeri e il suo sistema filosofico* „ è il profilo speciale del mio discorso.

Dovendo parlare di un filosofo ad un' Accademia di scienze naturali e matematiche, qualcuno potrebbe credere che mi trovi in un ambiente eterogenio. Ma ciò non è vero; molto meno ai nostri giorni in cui, come osserva Benno Erdimann, una nota filosofica è divenuta caratteristica delle scienze naturali (1), una concezione generale del mondo agita tutto il pensiero e la scienza moderna. Il processo della scienza, diceva il Wundt, non consiste solo nel distinguere ma nel connettere. Dopo l' analisi si sente il bisogno della sintesi: d'altronde è pei limiti della mente che si deve studiare smembrando ciò che nella natura è unito. Singole scienze si uniscono a gruppi, la biologia p. e. studia la vita nelle sue diverse manifestazioni nella pianta, nel bruto, nell'uomo; molti gruppi si uniscono in una idea più generale, e tutti in quella dell'essere, in grado massimo generale. La realtà singola è un'astrazione, e per lo meno, non è la vera realtà che trovasi nella unità organica del cosmo. La filosofia, secondo Spencer, è il sapere completamente

(1) Sono molte le opere che si pubblicano col titolo di *filosofia chimica*, di *filosofia organica*, di *filosofia zoologica*, etc.

unificato. Il positivismo accentua questa idea: la teoria della permanenza e della trasformazione della forza, la teoria della evoluzione, il suo *monismo,* rivelano pur troppo il bisogno di quella scienza che studia l'uno nel molteplice.

Ciò è vero non uscendo dalla realtà oggettiva. Ma perchè ci sia scienza è necessario lo studio del pensiero. Ogni scienza è un complesso organico di raziocini, di giudizi, d'idee; e tutto ciò non è che pensiero, di cui la filosofia studia le forme, le leggi, la genesi, i rapporti colla realtà oggettiva, il processo, il dinamismo e i rapporti col dinamismo cosmico. La filosofia è la scienza universale che informa ed integra le singole scienze. Perciò nelle Università tedesche, meglio che nelle nostre (1), la filosofia fa parte della Facoltà di scienze e le dà il nome: chiamasi Facoltà di filosofia. Noi parlando di un filosofo in quest'Accademia non mi trovo in un ambiente eterogeneo.

La filosofia italiana nei primi lustri del nostro secolo erasi sviata dalle sue nobilissime tradizioni, e soggiaceva alle tristi influenze della più gretta filosofia straniera; regnava il sensualismo di Locke, di Condillac. di Tracy, popolarizzato dal Soave. La Sicilia, all'infuori di qualche eccezione che davano gl'illustri discepoli del Miceli, subiva la stessa sorte del resto della Nazione.

(1) Presso di noi si è voluto unirla colla Facoltà di Lettere, e riesce una fusione ibrida.— Nel 2° Congresso universitario, che ebbe luogo a Milano nel 1887 fu deliberata ad unanimità la proposta che lo studio della filosofia teoretica sia obbligatorio per tutti gli studenti di qualunque Facoltà. E il pensiero è degno di quell'autorevole Consesso. — Credo inoltre preferibile che la filosofia, come in Germania, faccia parte della Facoltà di scienze. Gli aspiranti alla laurea in filosofia, invece di essere obbligati di studiare per due anni letteratura latina e per tre letteratura greca, etc., studierebbero con più profitto anatomia comparata, fisiologia, zoologia, etc.. esse apportano molta luce ai problemi che si agitano nella scienza prima, e facilitano la concezione delle grandi sintesi, a cui si aspira. Queste sintesi a loro volta gioverebbero ad una migliore comprensione delle scienze speciali.

La filosofia morale, il cui studio non è obbligatorio agli aspiranti alla laurea in lettere, pure si lascia in questa Facoltà; e non si pensa invece ad aggregarla alla Facoltà di giurispudenza; o per lo meno farne obbligatorio lo studio per gl'iscritti a questa Facoltà; tanto più in un momento in cui l'aspetto etico si accentua sempre più nel diritto, e si rivela abbastanza nella stessa economia politica. D'altronde nella sociologia il fenomeno etico è il più importante.

In Catania, il Sac. Benedetto D' Agata, prima nel Seminario, e poi in questo Ateneo, aveva sostituito al Wolf il Locke, il Condillac, il Bonnet sino al 1793; il che più tardi fece pure il Can. Domenico Privitera in questa stessa Università nei primordi del nostro secolo.—In questo triste ambiente filosofico nasceva in Catania, il 4 giugno del 1813, Antonino Maugeri da poverissimi genitori, che vivevano stentatamente col lavoro delle proprie mani. Sin dalla prima età egli rivela ingegno non comune. Ma come attendere allo studio in quello stato di miseria? — Senza le Corporazioni religiose, si avrebbe avuto in lui un calzolaio o un fallegname di più; quell'ingegno che più tardi doveva illustrare la Patria, sarebbe rimasto latente. Ma entra nell'Ordine religioso eminentemente italiano e democratico di Francesco d' Assisi, di questa stupenda e poetica Figura, che lenisce e santifica la povertà, segna le vie per soluzione del più grande problema sociale e dà la palestra, in cui si rivela il genio dei figli del popolo.

Il giovane Maugeri, già francescano, rivela l'alta sua vocazione per la filosofia, più tardi sarà assorbito dallo studio di questa scienza.—In essa ha per primo maestro il P. Luigi Carnazza dello stesso Ordine, d' ingegno elevato; ma vittima anch' esso del sensualismo: il Tracy era il suo libro di testo.—Frattanto in questo siculo Ateneo rivelavasi il potente ingegno di V. Tedeschi, di quel Cieco sorprendente, che fu grande nelle Matematiche e nella vastità delle sue conoscenze su varî rami dello scibile, grandissimo in filosofia. Il Tedeschi aveva anche lui pagato il suo tributo al sensualismo, le sue lezioni s' ispiravano al Condillac e al Tracy. Ma quell' eletta Intelligenza non potea a lungo rimanere aggiogata alle grettezze esiziali del sensualismo, e fu tra i primi in Sicilia ad elevare la voce contro quella sedicente filosofia. Frattanto un poderoso Ingegno: il Filosofo di Tropea rigenerava la filosofia in Italia, rivelando tutta la futilità e la nullità scientifica del sensualismo. Il Tedeschi unì le sue alle forze del Galluppi, la filosofia italiana si elevò a grandi altezze.—Il Maugeri fu discepolo e la più splendida gloria di siffatto Maestro; il quale conobbe sin d' allora che il modesto

Frate era nato filosofo, e ch'era destinato a mantenere vivo il sacro fuoco della Scienza prima in quest' Atene di Sicilia.

Il primo lavoro filosofico, ch'egli pubblicò in Messina nel 1841, è: *Un dubbio sull' esistenza delle verità filosofiche.* Esso ci rivela le prime impressioni di scoraggiamento del filosofo in vista delle contraddizioni dei sistemi nella scienza ; e se devo chiamare le cose col proprio nome , in questo libro si sente il grido scoraggiato e scoraggiante dello scetticismo filosofico. Il Romano fa una larga critica del lavoro del Maugeri e viene a questo apprezzamento (1). Il nostro filosofo si difende dell'accusa di scetticismo (2) ; ma ritengo con poco frutto; in quel lavoro il dubbio è troppo spiccato. Ma esso era il dubbio del filosofo non ancor maturato; era il dubbio del filosofo *in fieri.*

Più tardi acquista profonda conoscenza dei sistemi filosofici. Allora in essi potè vedere l'uno nel vario, il permanente nel mutabile. Li vide non presi singolarmente, ma nel loro assieme , in una verità superiore in cui si armonizzano i contrari. Allora vide senza scoraggiamento l'evoluzione del pensiero filosofico a traverso i tempi. L' indagine dell' *in sè*, delle cause prime , delle ultime ragioni, ha gravissime difficoltà ; i filosofi sono chiamati a quest'ardua impresa, e perciò non è sempre concorde il loro pensiero. Ciò però non autorizza l' agnosticismo di cui taluni vogliono farsi banditori. Le pretese antinomie tra il *fenomeno* e il *noumeno* di Kant e *l' inconoscibile* di Spencer sono la esagèrazione delle difficoltà a cui accennai. Certo è, che la scienza ci rivela una graduale e sempre crescente approssimazione della mente umana all'*in sè* delle cose.

Un sistema il più erroneo contiene molti veri che vengono esagerati, e questa esagerazione o questo esclusivismo di un aspet-

(1) La rivista critica del Romano fu pubblicata nella *Scienza e Fede* di Napoli, vol. IV, Fasc. XXIII, Nov. 1842.

(2) V. Maugeri, *Rivista alla rivista del P. Romano*, Messina 1843.

to del vero, spinge altri ad esagerare l'aspetto contrario stato sconosciuto. Nella discussione, gli aspetti del vero si presentano sempre crescenti, una verità superiore e più dialettica diviene il patrimonio della scienza.

Un fatto nuovo, o una nuova conoscenza fa modificare una teoria, occasiona un nuovo indirizzo. Il nuovo esercita il suo fascino, assorbe esageratamente il pensiero, lo fa esclusivista; e quindi si misconosce l'antico. Ma anche questo era parte del vero e trova i suoi apostoli; si discute e si lotta; un vero più armonico e più elevato ne risulta. I sistemi erronei fanno sul campo filosofico, ciò che le eresie sul campo teologico; e fu detto: *Oportet et haereses esse* (1). Chi può misconoscere i profondi veri in teorie che nel loro esclusivismo ci sembravano delirî della mente umana?! — Il Maugeri con questo modo d'intendere i sistemi filosofici, quali frammenti di un tutto (2), escluse quel dubbio primitivo, si affermò nella scienza.

Ammiratore del Galuppi, che con poderoso ingegno vittoriosamente confutava il sensualismo inglese o francese e il criticismo trascendentale alemanno, rimase influenzato da lui anche nel soggettivismo, che credo esagerato nel Filosofo di Tropea. E fu questo soggettivismo che impedì, secondo me, al Maugeri di raggiungere in alcune teorie il vero, o almeno la coerenza nel complesso delle sue dottrine (3). Ma più profondamente ammirava il Rosmini. Spes-

(1) Vi è pure una ortodossia e una eterodossia in faccia al senso comune e alla coscienza dell'umanità; che hanno la loro evoluzione, come il pensiero dommatico della rivelazione, pei nuovi aspetti del vero, che si rivelano alla mente e pei nuovi modi migliori in cui vien concepito. Il senso comune si trova spesso di fronte al criticismo, il quale giova alla evoluzione di esso. Ma se il criticismo è esclusivo, non si hanno che delirî più o meno esiziali nella scienza e nella vita. Nella filosofia moderna il senso comune esclusivo pare sia rappresentato dalla Scuola scozzese e precisamente da Reid, come il criticismo esclusivo dalla Scuola alemanna e precisamente da Kant. Il senso comune e il criticismo uniti s'integrano a vicenda; separati, l'uno darebbe lastasi del pensiero, l'altro un moto rapido, vertiginoso, infecondo, esiziale. Uniti danno la evoluzione; separati, danno: l'uno l'immobilità, l'altra la rivoluzione radicale e nichilista.

(2) V. Maugeri, *Corso di lezioni di filosofia razionale*, Catania, 1865-67, *passim*.

(3) Fra gli effetti di questo subbiettivismo esagerato credo si possa ritenere il concetto del Maugeri relativo all'obbietto della filosofia; che per lui, come pel Galuppi, è la *Scienza del pensiero*. Così, la filosofia viene più che dimezzata, non comprendendo la realtà nei suoi primi principî; rende facile subbiettivare la stessa realtà, come fecero il Fichte e gl'Idealisti di tutte le gradazioni. Credo pure possa attribuirsi a questa influenza l'innatismo dell'idea propugnato dal nostro filosofo; e la non permanente coerenza nel precisare il rapporto fra *l'intelligibilità* e la *realtà* e quindi la natura dell'idea.

so mi diceva: " Fu con la lettura del *Nuovo saggio sull'origine delle idee* del filosofo di Rovereto, che parvemi d'entrare nel santuario della scienza. „ E realmente bisogna non esser nati filosofi per non sentire profonda riverenza in faccia al più acuto analizzatore del pensiero umano; che tutti i rami della filosofia e delle scienze speculative trattò con vedute profonde ed originali, divenendo così una delle più grandi glorie del nostro secolo e della nostra patria. Contiene errori, mi si dice; lo ritengo anch'io, ma è questo il doloroso tributo che spesso la mente umana, anche la più elevata, è costretta a pagare: la sua teoria, per non dire altro, dell'*ente possibile* non regge ad una critica coscienziosa e severa. E il Maugeri, più che all'ente possibile, fissava la sua attenzione all'ente reale. E nel silenzio della sua cella meditava sopra un fatto importante, che la storia della filosofia gli presentava: La scienza nei suoi primi albori è teogonia, più tardi si rivela la cosmogonia, ancora più tardi si rivela la psichegonia. Eloquentissimo fatto, che unito all' altro, dato pure dalla storia della scienza: che il primo errore filosofico è il panteismo, mostra pur troppo che il processo del pensiero è tutt' altro di quello che una superficiale filosofia crede additare: la mente procede dall'assoluto al relativo, dall'uno al molteplice, dall'infinito al finito. Questo importante corollario veniva tracciando nella sua opera: *La Geneologia della Ragione filosofica*. Ma prima che fosse portata a compimento, apparve un'opera di un Genio italiano, che dal suo esilio regalava all'Italia e al mondo: *L'Introduzione allo studio della filosofia;* in cui con una sintesi meravigliosa, con originalità e profondità di concetti, affermava molta parte della teorica fondamentale del Maugeri. Questi, per quanto potè godere dell'incontro del suo col pensiero di Gioberti, per altrettanto capì che l'opera sua, pubblicandosi dopo di quella del Filosofo torinese, avrebbe perduto molto del prestigio dell' orginalità. E non l'avrebbe pubblicato, senza l'insistenza d'insigni cultori della filosofia.

Nel 1846 si aprì il concorso per professore sostituto di filosofia in questo Ateneo, col diritto di successione al titolare; ch'era il

Tedeschi. Questi spinse il Maugeri ad iscriversi a quel concorso. Ed il modesto frate diede poi sì luminose prove, da meritarsi la pienezza dei voti della Commissione esaminatrice, e con regale Rescritto nel novembre del 1846 fu nominato professore sostituto di filosofia in questa Università, col diritto di successione al Titolare della Cattedra.

Mentre è tutto inteso all'insegnamento della gioventù, che numerosa accorre a sentire le sue private lezioni; e alla meditazione dei più gravi problemi della scienza prima nel silenzio della sua cella, nel 1849 un nembo terribile si scaglia sul capo di lui. Sotto l'accusa di liberalismo viene tradotto in carcere, quindi viene esiliato a Siracusa; e poi, non ostante il giudizio della Gran Corte penale, che non trovò nulla d'incriminabile contro l'illustre filosofo, è chiamato a sciegliere tra il carcere e l'esilio fuori gli Stati. Il Maugeri è esule a Roma!—E anche lì, sentiva le terribili ire del Governo di Napoli, che incitava la Corte Ponteficia contro di lui, come " *il più temibile liberale di Sicilia.* „ Eran precisamente queste le parole che Pio IX ebbe a far leggere al Generale dell'Ordine, a cui il Maugeri apparteneva.—Nel 1853 per un mezzo strano, che prova il completo arbitrio di quel Governo (1), gli si permise di tornare a Catania, ma rimase fra le unghia della Polizia del Maniscalchi: Gli venne interdetto anche l'insegnamento privato. L'auto-

(1) Credo utile registrare il fatto a cui accenno:

Nel dicembre del 1854 promulgatosi il domma dell'immacolato concepimento di Maria, il Maugeri, pei privilegi del suo Ordine, fu il primo Oratore che recitò in Roma il panegirico relativo a quella solennità. Quel discorso ebbe splendido successo, la cui eco giunse fino al Papa; che dopo qualche giorno, visitato dal Generale dei M. O., gli chiese il nome del frate che avea recitato quello splendido panegirico. " S. Padre, gli rispose il Generale, il panegirista è stato... *il più terribile liberale di Sicilia* „. Alludendo alle parole della nota del Governo di Napoli.— A tale risposta Pio IX si portò la mano alla fronte, mostrando di aver compreso l'origine della persecuzione, di cui il Maugeri era vittima.

In quella stessa occasione un prete del Napolitano, entusiasta del panegirico del Maugeri, volle andare a trovarlo in Convento per manifestargli i sensi della sua ammirazione. Quel prete non rivelava importanza alcuna, un tipo allegro, alla buona, espansivo. In fine della visita chiese al nostro filosofo se avesse bisogno qualche cosa dal ... Re di Napoli; sapeva che il Maugeri era siciliano. Questi, che si trovava in un momento critico di nostalgia, fino ad essersi pentito

rità politica locale parve rendere meno odiosa la tirannica interdizione maniscalchiana " Avete, gli fu detto, vecchi genitori d'alimentare col vostro lavoro, fate pure scuola; se mi sarà ordinata un'ispezione vi preavvertirò. „ Sembrava che, se non l'amore alla istruzione della numerosa gioventù, almeno un senso di umanità pei vecchi genitori, abbia permesso al Maugeri di esercitare il santo apostolato dell'insegnamento.—Ma lì c'era un fine subdolo, quell'autorità sperava cattivarsi l'animo del Maugeri, e più tardi difatti cercò con lusinghiere promesse aversi dall'illustre Filosofo, dichiarazioni ed apologie a prò di quel Governo; e quel ch'è peggio: dichiarazioni di fatti e di autori di fatti, di cui era certa essere in conoscenza il Maugeri. Ma questi respinse sempre con dignità e coraggio le tristi insinuazioni.—Frattanto Garibaldi vinceva a Calatafimi, a Palermo, a Milazzo, entrava in Napoli; la grande epopea nazionale si compiva, i criterî d'apprezzamento mutarono: il Maugeri fu visto circondato dall'aureola del martirio. Con decreto prodittatoriale fu nominato Professore ordinario di filosofia razionale in questo Ateneo. Non si fece d'altronde, che riconoscergli il diritto, che avea splendidamente acquistato col concorso del 1846. E quì insegnò per quasi trent'anni, degno successore del Tedeschi, elevando la scienza ad altezze più sublimi di quelle in cui l'avea lasciato il suo Maestro.

L'insegnamento gli fece accelerare la pubblicazione dell'opera sua, il più importante frutto della meditazione di tanti anni: che meritò tanto plauso in Italia e fuori d'Italia: il *Corso di lezioni di filosofia,* in tre grossi volumi. Il 1° dei quali si occupa di pro-

---

di aver preferito l'esilio al carcere, che gli avrebbe permesso di stare a Catania, si strinse alle spalle e amaramente sorrise, mostrando di non credere alla efficacia di quella espansione. Ma quel prete tanto più insistè, e saputo che il Maugeri era in esilio, con accento risoluto gli disse: " fra 15 giorni *avrai* la libertà di tornare a Catania „ Queste parole all'esule non fecero nè caldo nè freddo. E pure ... non scorsero i 15 giorni e gli fu partecipata l'autorizzazione di tornare a Catania. La sentenza della Corte, che lo dichiarava innocento, non gli aveva giovato a nulla, la raccomandazione di un privato qualunque, che non potea conoscere l'innocenza o la reità del Maugeri, valse a restituirlo alla Patria.

tologia razionale, il 2° di frenologia razionale (1), il 3° d'ideologia razionale. Non posso in un discorso riepilogare le dottrine fondamentali del Maugeri; ma accenno all' ardua impresa, a cui nobilmente si accinse, di far cessare un' antico dissidio sul campo della scienza tra psicologismo e ontologismo, riunendoli in unico sistema che chiamò psicheontologico.

Un psicologismo esagerato crede poter ridurre alla psicologia tutta la filosofia.—Un psicologismo meno esagerato ritiene la psicologia il cardine, la pietra angolare su cui deve erigersi tutto l'edifizio della scienza. È quindi un predominio più o meno esclusivo del soggettivismo sull' oggettivismo, col pretesto che il fatto psicologico sia il fatto più certo, sia il primo fatto, il fatto che dà garenzia a tutto il resto.

L'ontologismo al contrario vuol fondare la scienza sulla realtà oggettiva, o sull' oggettività del vero, che legittima se stesso e le facoltà psichiche; vede nell' idea il reale in quanto si rivela alla mente; al nominalismo o al concettualismo contrappone un ben'inteso realismo. Osservano gli ontologi che la scienza deve rispecchiare l' ordine reale, il suo ordine genetico; che la riflessione non crea; che il momento riflesso del pensiero suppone precedente il momento spontaneo; che il processo del pensiero sia evolotivo, processo di differenzazione e d' integrazione conforme al precesso reale della natura; che le grandi idee: assoluto-relativo, necessario-contingente,

(1) Alla parola: *frenologia* non dà il significato ristretto di *cranioscopica*, intesa a determinare da modalità organiche specialmente cerebrali e da pretuberanze craniali in modo certo ed assoluto i gradi d' intelligenza, la qualità e l' intensità delle tendenze, dei sentimenti e delle passioni umane, come si pretese dal Lavater, dal Soemmering, dal Camper e specialmente dal Gall, dallo Spurzheim e d' altri. Contro le loro teorie mise in rilievo i fatti contrari, i quali non permettono che quelle osservazioni siano elevate a principî; combatte le pretese deduzioni che se ne vorrebbero trarre contro la spiritualità della psiche. Pel Maugeri la frenologia non significa che " lo studio del pensiero nei suoi rapporti colle condizioni organiche, „

Nel primo significato la frenologia più modernamente ha perduto molto dell' antico entusiasmo. Trova molta analogia coi pretesi *tipi* di delinquenza determinati da particolarità organiche, secondo l' idea del Lombroso; che non ha trovato eco presso i più illustri antropologi francesi e tedeschi; e in Italia anche nella stessa scuola positiva trova poderosi attacchi. V. Colajanni, *Sociologia criminale*, Catania 1889.

uno-molteplice, infinito-finito sono essenzialmente correlative; che non si può misconoscere la precedenza logica del necessario, dell' assoluto, dell' uno, dell' infinito, in faccia al contingente, al relativo, al molteplice, al finito.

Il Maugeri volle evitare gli eccessi dei due sistemi e riunirli in un solo, che chiamò psicheontologico. Distingue il momento spontaneo e il momento riflesso del pensiero. Crede che la coscienza s' inizii nell' " *io sento, io penso.* „ Ma se questo fatto, egli dice, è il primo cronologico, non è però il primo logico: il momento riflesso richiede la precedenza del momento spontaneo, che s' inizia nel lume o nell'idea ingenita di Dio.—Uniti insieme il primo cronologico e il primo logico, si ha il primo filosofico; ch' è così analitico-sintetico, psicheontologico.

Analizza il fatto dell' intuito, ch'è l'atto spontaneo con cui l'intelligenza si congiunge misteriosamente con l' idea dell' Essere.—Di quest' atto primitivo e spontaneo non possiamo renderci ragione che indirettamente. Per poterlo fare direttamente, osservava il Gioberti, bisognerebbe riflettere, e riflettendo non si è più nel momento spontaneo.—Ma la sua dimostrazione di presupposto logico è perentoria, tenendo presente la natura evolutiva del pensiero medesimo. Questo intuito è vago ed indeterminato, rasenta la natura del sentimento; che fu ben detto idea implicata, il cui studio esatto risolverà parecchi problemi e rafforzerà parecchi veri d'indole trascendentale. Esso vien oggi ribadito dalla filosofia dell' *incosciente* ; che, senza accettare le esagerazioni di Hartmann, trova grandi applicazioni nei fatti psicologici, biologici e potrei dire cosmologici. Ma nell'intuito osserva il Maugeri non si può fare a meno del soggetto che intuisce e dell'oggetto intuito; è necessario quindi il sintetismo dei due termini, e quindi il psicheontologismo. E qui con una stupenda analisi osserva contro un ontologismo sconfinato che l' io nell' intuito, se non ha quell' attività che rivela nella riflessione, non è passivo completamente. La psiche, osserva egli, è attiva anche nelle sensazioni, ogni forza è sostanza ed ogni sostanza è forza. Richiama la teoria di Leibnitz, che per chiarire l' idea di sostanza risale all' idea di

forza; che non è secondo il Maugeri la semplice potenza delle scuole o la semplice facoltà o possibilità di agire, la quale per essere effettuata avrebbe bisogno di un eccitamento venuto dal di fuori. La vera forza, egli dice, racchiude l' azione in se stessa, è la vera *entelechia* aristotelica, il potere medio tra la potenza e l' atto determinato, perchè questo potere contiene lo sforzo (1).—Se potessi uscire dal profilo speciale, che mi sono imposto, metterei in rilievo l'importanza di questa teoria del Maugeri, specialmente nello stato attuale della scienza, in cui la stessa fisica è costretta di parlare di *energie*, più che di corpi o dì sostanze; in cui la corporeità e l'estensione si concepiscono come soli fenomeni, rimanendo la forza come entità noumenica; in cui la filosofia dinamica ha tanto svolgimento, specialmente in Germania; in cui nelle forze si va rintracciando l'unità, e Luigi Ferri, uno dei più illustri rappresentanti della filosofia classica italiana, presenta la teoria del *monismo dinamico* (2). E tutto questo c'ispira riverenza verso il Filosofo catanese, che propugnava una teoria che ancora non avea incontrato il plauso nella scienza. L' ho ricordata solamente perchè questa teoria ribadisce il suo psicheontologismo, in quanto esclude la passività dell' io nell'intuito.

Nell' analisi ideologica mette in rilievo l' elemento empirico e l'elemento trascendentale della idea, la necessità dell' assoluto nella idea medesima, e quindi la necessità della preconoscenza di esso; vede pure l' assoluto rivelarsi direttamente nelle idee necessarie, indirettamente nelle idee relative. Esamina il processo dinamico del pensiero, che dall' idea confusa dell' assoluto nel primo momento spontaneo, passa nel momento riflesso, in cui si scorge il condizionale e quindi la condizione, e si viene all' idea esplicita dello assoluto medesimo. Insiste su quel vero, che senza ragione si

(1) *Corso di lezioni.* Vol. 2°, Lez. 11ª.

(2) Ho già da qualche tempo tracciate le prime linee di un lavoro sul *Monismo in sè e nell'ordine etico-giuridico;* ma per fatti estranei alla mia volontà, non ho potuto attendervi quanto esige la sua importanza. In esso intendo mettere in rilievo ciò che vi è di sofistico e ciò che vi è di dialettico nel pensiero monistico.

vuole inforsare: che il non essere per sè non può essere percepito per sè, che l' intelligibile e il reale si convertono; che l' esistente non può dar l'ente, nè il finito l'infinito, nè il molteplice l'uno, nè il negativo il positivo. E ciò, egli dice, non deriva da una necessità metafisica per una legge subbiettiva della intelligenza, come pretese il Kant, ma dalla natura stessa della realtà. Ma togliete, continua egli, lo spirito ch'è il centro in cui si riunisce tutta la varietà delle percezioni, privatelo della sua facoltà di analisi e di sintesi per distinguere, separare, riunire i termini, e non avrete l'idea. Il soggetto di questa idea, e in generale del pensiero, non può essere trasandato dalla scienza. Sotto aspetti diversi il sintetismo psicheontologico s' impone nella filosofia. (1)

Un aspetto di questo sintetismo o di questa armonia dialettica del pischeontologismo possiamo considerare quello relativo al processo scientifico empirico-razionale, com' egli stesso lo chiama. Il processo esclusivamente empirico, o sperimentale, non darebbe mai la scienza di qualsiasi natura ; l' altro esclusivamente speculativo si perderebbe in vuote astrazioni, in un idealismo *aprioristico* senza riscontro alcuno nella realtà. Il processo empirico o sperimentale ha intime relazioni col piscologismo esclusivo, che vuol poggiare tutto l' edifizio della scienza in un fatto subbiettivo, fenomenico; il processo esclusivamente speculativo, razionale, *aprioristico* ha intime relazioni coll' ontologismo esagerato; che poggia non sul fatto, ma sull' idea, o su un principio apodittico che aprioristicamente si evolve.

Il Maugeri, dall'armonia del psicheontologismo traeva l'armonia della deduzione e dell' induzione, dell' *a-priori* e dell' *a-posteriori*, della esperienza e della ragione, nel processo scientifico. Nelle sue opere propugnò quest' armonia con tutte le sue forze. E rimase profondamente addolorato quando vide dilatarsi sul campo scienti-

(1) *Corso di lezioni.* Vol. 3°, Lez. 42, 43, 44.

lico un positivismo esclusivo sinonimo di materialismo. Ma a certo punto egli, che seguiva il movimento filosofico in Europa, scorge, colla soddisfazione degli apostoli del vero, una nobile reazione; ed a quella unisce le sue forze con un'altra opera importante: *Positivismo e Razionalismo o la Missione della scienza negli ultimi 10 anni*, che pubblicò nel 1880. In essa mette in rilievo tutto ciò che si era pubblicato intorno a questo aspetto della scienza in Francia, in Spagna, in Italia, in Inghilterra, in Germania; ovunque scorgea il bisogno che si sentiva di tornare alla speculazione senza esclusivismo. A questo movimento portò il contingente del suo pensiero.

È necessario che il fatto si constati *sinceramente*, e spesso più che fatti si hanno ipotesi, che i fatti smentiscono. Il passaggio spontaneo della materia alla vita, p. e., è tutt'altro che constatato. Anzi coi geniali trovati del Pasteur nell'analisi della fermentazione, la generazione spontanea, o la metamorfosi della morte nella vita, viene recisamente negata. La trasformazione della specie in generale, e della scimmia in uomo in particolare, e tutt'altro che constata; anzi si hanno fatti messi in rilievo da sommi naturalisti, che la smentiscono. Sono note le frasi eloquenti del Vircow in una conferenza tenuta a naturalisti riuniti a Vienna nel 1887. " Oramai, quell'ipotesi non è più tollerabile di fronte ai fatti, erasi insinuata alla credenza, ma non appartiene alla conoscenza scientifica „ (1). Molte teorie del positivismo esclusivo più che da fatti sono spesso corollarî di una metafisica sconfinata, come quella di Hegel, tutt'altro che armonizzante colla coscienza umana e coi fatti. Sarebbe un lavoro degno da farsi e facile a farsi: *L'egelianismo nella scuola*

(1) V. *Corrispondez-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft*, 1890, N. 9; in cui si possono leggere le bellissime osservazioni e le frasi incisive dell' illustre scienziato all'indirizzo del darwnismo.—Non occorre che ricordi, fra tant'altri, qui il Bianconi, il Bernard, lo Chefreul, il Gratiolet, l'Alix, il Bew, il Vaizt, il Flourens e specialmente il Cuvier, *Anatomié comparée;* l'Agassiz, *De l'Espéce—Contributions to the natural history of the United states of North America* e quell' Illustre, che la scienza ha testè perduto: il Quatrefages, *L'Fspéce humaine—L'homme — Rapport sur les progres de l'Antropologie*, i quali rilevano i *fatti* più costatati nella flora e nella fauna, anche mummificate, che hanno smentito la creduta trasformazione.

positiva (1). — Ma non basta alla scienza la costazione del fatto, è necessario raziocinare su di esso; e questo è un lavoro di speculazione, di analisi e di sintesi. Scorgere i rapporti in generale, e di causalità in particolare, non è proprio dei sensi. Anche la fisica ha i suoi principî, che lentamente si vanno applicando, con un lavorìo mentale di deduzione. Anche nel mondo fisico vi ha molto che sfugge alla esperienza sensibile: si parla pur troppo di atomo, d'infinità, di eternità, di monismo del mondo per poter ridurre tutto ad esperienza sensibile. Taccio di tutto quello che nel mondo fisico credesi sorpassi i sensi e l'intelligenza, e che si è voluto chiamare *inconoscibile*. Il Meccanismo cede sempre più terreno al dinamismo, si crede sparisca la corporeità negli esseri.—Mentre si voleva materializzare lo spirito, pare ora si voglia spiritualizzare la materia. — Ci è troppa matematica nel mondo fisico per poter' essere oggetto della sola esperienza sensibile. E la matematica è pensiero, è logica. Si conoscono gli ultimi lavori intesi a ridurre la logica a formole matematiche.—La natura è dialettica e rispecchia pur troppo la dialettica del pensiero; il *logos* che in essa si rivela, è identico al *logos* che si rivela e si svolge nella mente umana (2). — Gli

(1) Pareva che il positivismo sarebbe rimasto lontano dal *nullismo* di Hegel; pure, anche esso venne raccolto da questa scuola. Il D.r Nicolaus Kleinenberg illustre zoologo, positivista convinto, nel suo Discorso inaugurale del corrente anno scolastico, letto nell'Aula magna della R. Università di Messina, affermò, credendo provarlo, che " *la scienza comprende il mondo come non esistente* „ (pag. 7), che " *scienza è convincimento della non esistenza del mondo* „ (pag. 29). E se volete l' identità egeliana dell'essere e del non essere, trovasi pure affermata " *Essere e non essere sono ugualmente certi, ciò significa che si confondano in una unità superiore* „ (pag. 29). Non entro nel merito della dimostrazione, costato solamente il fatto: L' ultima parola di Hegel è l'ultima parola del Positivismo. Surto forse come reazione a quella sconfinata metafisica, si è invece ingolfato in essa.

(2) Platone avea mirabilmente presentita l' unità dialettica nel doppio ordine del pensiero e della realtà, modernamente Hegel volle mettere in rilievo il parallelismo della doppia rivelazione dell' unica dialettica nel pensiero e nella natura; ma il suo panteismo e il suo sconfinato *apriorismo* gl'impedirono di raggiungere le meta, quantunque il suo tentativo riveli l' opera del genio. Ci è però nel campo scientifico tanto di costatato e in via di costatarsi intorno a ciò, che ci autorizza a ritenere la teoria nelle sue grandi linee; salvo ad aversi di seguito i dettagli che la ribadiranno e la preciseranno.

sforzi per occultare la mentalità nel mondo riusciranno sempre inutili: son troppi i *fatti* che rivelano mirabilissima armonia in ogni organismo vivente tra gli organi fra di loro, tra essi e gl' istinti, tra questi e gli scopi diversi della vita; ci è troppa armonia nel mondo, che si concepisce come un tutto organico, per potere in esso occultare la teleologia, la mentalità; per eliminare quindi il bisogno della ragione nello studio del cosmo. Sotto questo aspetto la teoria del Maugeri sulla necessità di riunire i due aspetti di un processo unico: l' induzione e la deduzione, l' esperienza e la ragione, rimane completamente giustificata.

Ma riuscì completamente all'ardua impresa nel primo aspetto del problema, nella riunione, cioè, in unico sistema del psicologismo e dell'ontologismo?—Qualcuno ha risposto affermativamente.—Io ho i miei dubbî (1). Potrei però ingannarmi. Ma ove fosse ragionevole il mio dubbio, nulla si derogherebbe al merito dell' insigne Fi-

(1) Ritengo che avendo ammesso innata l' idea, sia pure quella di Dio, egli sia rimasto sul campo esclusivamente psicologico. Non essendo essa la rivelazione immediata della realtà, o la realtà in quanto si rivela alla mente nel suo carattere d' intelligibilità, non rimane che un fatto o un fenomeno subbiettivo, come le categorie di Kant, etc.

Coll' innatismo non si comprenderebbe più l' intuito, di cui a lungo si occupa nelle lezioni 7ª, 8ª, 9ª del 1° volume. Esso significherebbe rapporto immediato tra soggetto ed oggetto, che esclude l' innatismo. Senza di questo, avrebbe avuto nell' intuito il campo più adatto al tentativo di conciliazione o del sintetismo dei due sistemi, a cui accenna l' Allievo con quell' acume che lo distingue nei suoi *Saggi filosofici*, Milano 1866, *passim*, e specialmente a pagg. 3-56.

Crede che l' idea di Dio sia un primo logico, ma non un primo cronologico. Questa posteriorità cronologica non può intendersi in rapporto al momento spontaneo, ma al momento riflesso. In realtà quindi sarebbe anche un primo cronologico; nè potrebbe essere diversamente avendola ammessa innata. Sono d' altronde esplicite le sue parole " L' attuazione del pensiero non potrebbe aver luogo senza un elemento che lo svolgesse; elemento puro in cui non ha parte l' esperienza sensibile, perchè *anteriore* ad ogni fenomeno empirico. (Vol. I, pag. XI). Ed altrove " L' idea ingenita di Dio, sommo principio protologico... lume dell' intelligenza, sovrano intelligibile per cui si conoscono le cose... dà vita, energia, attività allo spirito e lo *rende pensante in uno e sapiente* „ (Vol. 2°, Lez. 1ª).

Ammesso questo concetto, non si può dire che non si tratti anche di un primo cronologico.

Nel momento riflesso la precedenza cronologica " dell' *io penso io sono* „, ammesse le sue teorie ideologiche, potrebbe seriamente contestarsi; tanto più dopo di avere costatato nella sua *Genealogia della ragione filosofica* il fatto della precedenza storica della Teogenia in rapporto alla Cosmogonia e alla Psichegonia; a cui si può aggiungere l'altro fatto importantissimo, che il più antico errore della mente umana è precisamente il panteismo.

losofo. L'arduo tentativo è stato un grande servizio reso alla scienza; dopo l'opera di lui riuscirà facile un ritocco qualunque per eliminare qualche antinomia in alcune teorie; e lo scopo sarà completamente raggiunto.

Per integrare il pensiero filosofico del Maugeri ricordo ch'egli fu credente. Dico: per integrare, perchè non è facile nello esame delle teorie dei pensatori poter dire: quì è il filosofo, lì è il credente. Si sa quanta parte si ha la fede anche in molte teorie di scienziati, che, si crede, rappresentino il libero pensiero. Il Lacordaire osservò che tre classi di persone in un modo speciale non possono fare a meno di Dio: il filosofo, la donna, il popolo (la mente, il cuore, la forza. — Io direi invece: la mente, il cuore, il senso comune, rappresentato mirabilmente dal popolo). Il filosofo che indaga la causa prima e la ragione ultima, delle cose, non può non imbattersi in Dio: alfa ed omega del pensiero e della realtà. I profondi ingegni partecipano meglio dell' Infinito, e lo sentono più; perciò il loro pensiero cresce in estensione ed intensità. E questo ci spiega forse il fatto, che Ahrens ritiene degno dell' attenzione del filosofo, che il progresso dell'umanità, cioè, si deve a scoperte e a teorie di uomini profondamente religiosi.

Il Maugeri fu credente fino alla pietà nella scienza e nella vita. Ebbe il coraggio di rivelarsi tale in ogni tempo e in faccia a chicchessia... Ebbe amore filiale pel suo Francesco di Assisi, pel suo Ordine (1). — Cattolico convinto, praticò sempre la sua fede. Nel

(1) Nella dedica della sua Conferenza *Sulle Missioni Francescane in Italia*, in occasione del centenario di S. Francesco d'Assisi, così si esprime: " A Voi intitolo questo mio tenue lavoro sulle *Missioni Francescane*, quale ultimo fiore della mia vita, che già corre il settantesimo anno. A voi lo devo, perciocchè tutto ciò ch'io sono, lo sono per Voi, per l'Ordine vostro; al quale mi glorio di appartenere sin dalla più verde età. Voi mi accoglieste fra i vostri figli, e mi offriste tutti i mezzi a potere attivare la pochezza di quei *talenti*, che Dio mi aveva affidato; mentre da me nulla mi ebbi, nè i miei poverissimi, come che onesti, genitori potevano giovarmi a qualche studio. Se valgo dunque a qualche cosa, lo è per Voi, o mio glorioso Patriarca. Non isdegnate di accogliere un frutto ch' è tutto vostro, e con cui vi consacro tutto me stesso..... gradite questa Conferenza ch' è stata dettata più dall' infocato ardore di un figlio, che dalla pacata mente di un filosofo.... etc.

suo testamento dichiara anzitutto di gloriarsi di essere vissuto e di morire cattolicamente (1). Si preparava alla morte con pratiche pietose, moriva coi conforti di questa religione, ch'è d'altronde la religione di sommi Genî; religione che, secondo la frase di C. Balbo, se non fosse cattolica nella sua essenza, si dovrebbe chiamare religione italiana.

Nella scienza e nella vita non fu solamente cattolico, fu anche italiano. Nelle sue opere spicca l'italianità della scienza. È vero che la filosofia non ha patria; ma come nella lingua, così nel pensiero si rivela la fisonomia individuale dei popoli; la tradizionalità accentua la fisonomia del pensiero nazionale. Conservare la individualità della lingua e del pensiero nazionale è amor patrio. Il servaggio del pensiero è più esiziale del servaggio politico; quando il pensiero nazionale non è spento, se si è perduta l'autonomia politica, presto o tardi sarà riaffermata. La Russia il sa, e sa il mondo con quali arti inique essa vuole *russificare* la Polonia.

Il servaggio del pensiero s'inizia col perdere la coscienza delle proprie glorie e della propria pontenzialità; allora non si ha ammirazione che per gli stranieri, le loro teorie spesso si accettano, solo perchè straniere; i sommi della propria patria si lasciano inosservati. Gl'Italiani sventuratamente, misconoscendo le loro gloriose tradizioni, hanno voluto essere or francesi ed or tedeschi nel loro pensiero. Nel diritto, p. e., abbiamo voluto essere più francesi che italiani, pur avendo un dritto patrio, monumento imperituro di sapienza giuridica. Giustiniano in molti istituti, in faccia alla nostra legisla-

(1) In esso dichiara ch'è stato autorizzato a testare dalla Congregazione dei vescovi e regolari con Breve del 1 Maggio 1883, e poi così comincia: " Io frate Antonio Maugeri da Catania dell'Ordine dei M. O. del P. S. Francesco di Assisi, sacerdote della S. Chiesa cattolica Apostolica romana, nella cui fede fui educato sin da fanciullo dai miei religiosissimi genitori; e nella quale ho sempre fermamente creduto ed a cui sono stato sempre legato di mente e di cuore, ed in essa voglio e spero morire confortato dai Sagramenti e da tutti i carismi di sì augusta Religione.... „ Prosieguo quindi con pietosi slanci del suo cuore raccomandando il suo spirito all'infinita misericordia di Dio, invocando la protezione della Vergine Immacolata, di S. Agata, del suo serafico Patriarca, la benedizione dei Superiori del suo Ordine e della Diocesi.

zione *infrancesata* del nostro secolo, rappresenta il progresso. In filosofia, da Anselmo d'Agosta, Bonaventura e Tommaso d'Aquino, al Vico, alla gloriosa triade: Rosmini, Gioberti, Mamiani e agli illustri filosofi viventi, che più o meno s'ispirano a quei grandi Pensatori, abbiamo una luminosa tradizione di teorie chiare senza superficialità, profonde senza nebulosità, lontane da estremi sofistici, eminentemente dialettiche. E se taluni dei nostri non rivelano quest'armonia pure nell'evo antico e nuovo l'originalità e la profondità del pensiero filosofico italiano si sono sempre rivelate mirabili, dalla Scuola *italica*, a Giordano Bruno e al Miceli, che ispira Schelling ed Hegel. Taccio dell' Arte, in cui abbiamo sommità inarrivate: e pure, non sentiamo ammirazione che per nomi e teorie di stranieri.

Signori, ammiro coloro che si agitano per rivendicare dallo Straniero ogni palmo di terra italiana; ma ci è da piangere quando non si sente bruciare il cuore per rivendicare l' autonomia, l' italianità del nostro pensiero!..

E su questo terreno l'illustre Professore, che commemoriamo, meritossi largamente la benemeranza della Patria. La sua filosofia nelle sue teorie fondamentali, nel suo processo logico evita sempre gli estremi sofistici di filosofie straniere. Il suo sintetismo psiche-ontologico non è che sintetismo di scuole italiane. Portò con santo orgolio nazionale l'italianità della scienza; inteso sempre ad ispirarla nella mente della gioventù, a celebrarne le glorie in tutte le sue opere, e specialmente nella lezione XII del 1° volume del suo *Corso di filosofia* e in un Discorso inaugurale di anno scolastico avente per tema: *L' Italia al cospetto delle Nazioni;* in cui richiama alla nostra memoria le glorie italiane in ogni ramo dello scibile umano. Ed in questa italianità della filosofia trovava un importante fattore dell' autonomia e dell' unità politica della Patria nostra.

Sono dolente di non aver saputo mettere in rilievo tutta l'importanza dell' ingegno e delle opere del Maugeri. Certo è che illustri Pensatori italiani e stranieri diedero di lui splendidi giudizî. Per

amor di brevità taccio dei primi, ne ricordo qualcuno dei secondi.

Il Reichlin-Meldegg nell'*Iahrbücher der Literatur* di Heidelberger del 1866 (N. 56, 57) in più di 25 pagine fa un'esposizione ed una accurata analisi di tutte le teorie svolte dal Maugeri nel I e II volume del *Corso di lezioni*, e quindi conchiude " Il libro in discorso contiene una ricerca attraente ed esatta dell'oggetto... tratta con cognizione di causa le più importanti questioni della filosofia... Non si limita alla esposizione dei proprî concetti, ma anche scalza criticamente le ripudiabili dottrine degli Italiani, dei Francesi, degli Inglesi e dei nostri Tedeschi filosofi. „

Il Mittermaier nello stesso giornale di Heidelberger (1886 N. 15) in un elenco di nuove pubblicazioni filosofiche di *sapienti italiani*, come egli stesso s' esprime, enumera l' opera del Maugeri giudicandola " una delle più nuove pubblicazioni, ch' è degna dell' attenzione universale „—Egli stesso in una lettera al Maugeri gli scrive : " Il di lei libro è un'eccellente prova delle rare qualità che distinguono gli scrittori italiani. Vi si trova la subblimità delle idee, la profondità delle ricerche, la chiarezza della esposizione... sarà gran piacere per me fissare l' attenzioue dei miei compatriotti sull'importanza della di lei opera, „

Nell' *Annuaire philosophique* di Parigi del gennaio 1867 si fa una lunga rivista del *Corso di lezioni* del filosofo catanese, si mettono in rilievo i concetti fondamentali di lui con apprezzamenti lusinghieri. Si tratta specialmente dell' arduo tentativo della conciliazione del piscologismo coll' ontologismo ; e si afferma " ch'egli ha *armonizato razionalmente* il psicologismo del Rosmini e l' ontologismo del Gioberti. „—" E quand' anche la questione non sia del tutto risoluta, non puossi denegare che la scienza *ha fatto un passo notevole per la gagliardia e la forza del potente ingegno del Maugeri.* „

Così lo giudicarono sapienti stranieri. Ne serbi cara e venerata memoria la Patria.—Non si cancelli dal nostro cuore il rispetto per chi lavorò tanto, e con tanto ingegno e con tanto martirio per illustrare e rigenerare il patrio pensiero.—Non ci prostriamo cieca-

mente a teoriche straniere esiziali; ispiriamoci alla italianità della mente e del cuore dei nostri Grandi.—Coloro, a cui torna conto il servaggio della patria, perdonano forse chi combatte sulle barricate, ma non perdonano chi combatte col pensiero e pel pensiero. Il Maugeri sperimentò questa inesorabilità: In un'epoca in cui si dava l'amnistia a molti che avevano combattuto per rivendicare i siculi diritti, s' incrudeliva contro il nostro Filosofo; il quale anche nell'esilio sperimentava i furori come il *più temibile liberale dell' Isola*. Si, il pensiero è terribile ai despoti, il pensiero è una forza in cui s' infrange quella dei tiranni. Essi possono uccidere, possono bruciare i corpi: ma il pensiero non si brucia, sorvola alle fiamme, ed assicura il trionfo del diritto e della patria.

N.° X.

In commemorazione del Prof. Comm. LORENZO MADDEM

Parole
pronunziate nell'Aula Magna della R. Università di Catania
il dì 10 gennaio 1892

DAL

Prof. GIOVANNI PENNACCHIETTI

Socio effettivo dell' Accademia Gioenia.

SIGNORI,

Invitato gentilmente dai Colleghi Accademici a dire, dinnanzi a così eletto uditorio, alcune parole in commemorazione del compianto commendatore Lorenzo Maddem, pensai che non accettare l' onorevole incarico, che altri più degnamente di me avrebbero potuto sostenere, non sarebbe stato convenevole sia per debito di gratitudine verso i colleghi, sia per sentimento di riverenza verso l' insigne professore ch' ebbi la fortuna di conoscere personalmente due anni prima della sua morte, e che per moltissimo tempo mi precedette nella cattedra di meccanica razionale in questo ateneo.

Dopo l' erudita orazione del chiaro professore dell' università di Messina, Can. Francesco Fisichella, intorno alla vita e agli scritti dell' illustre filosofo catanese Cav. Antonino Maugeri, non volendo io abusare della vostra bontà con un discorso che non potrebbe essere che disadorno, mi sia permesso, o Signori, che, per adempiere il mio compito, mi limiti ad appena qualche brevissimo cenno intorno all' esimio matematico che fu uno dei soci fondatori della nostra Accademia.

Nacque Lorenzo Maddem il dì 14 novembre 1801 in Acireale dall'ingegnere Giovanni e dalla signora Ragusa; ma sino da fanciullo e durante l' intera sua vita dimorò in Catania. In questa città percorse gli studi di grammatica e retorica; nella nostra università

studiò filosofia e matematica e in tali discipline fu addottorato. Nel 1829 gli fu per concorso conferita in quest' università la cattedra di fisica generale, la quale nel 1862, a causa di nuovi ordinamenti degli studi superiori, egli mutò in quella di meccanica razionale: insegnamento, che, insieme a quello della geodesia teoretica, tenne in questa stessa università sino a non molti anni addietro, quando, per la grave età, fu dal governo collocato a riposo col grado di professore emerito.

Il Maddem ebbe coltura assai vasta, fu valentissimo insegnante, stimato e amato dai colleghi e discepoli, e per oltre vent' anni sostenne con lode la carica di preside della facoltà.

Durante la sua vita disimpegnò con solerzia molti incarichi onorifici. Fu consigliere comunale, e si meritò il plauso de' cittadini. Appartenne alla giunta metrica. Come perito giudiziario non si discostò giammai da criteri eminentemente scientifici. Nella scienza delle costruzioni e nell' idraulica fu di gran lunga esperto. Esercitò con rara intelligenza e sommo zelo l'alto ufficio d'ispettore di ponti e strade per le tre provincie di Messina, Catania e Siracusa. Quest' ultima carica, sebbene gli apportasse assai maggior lucro della cattedra, egli rinunciò, quando, per effetto della legge sul cumulo degli impieghi, dovette scegliere uno dei due uffici; la quale risoluzione esso prese per amore dell' insegnamento, e gli torna a lode.

Quelli che lo hanno conosciuto non molto vecchio, attestano com'egli fosse, per naturale indole, avverso alla pubblicazione dei trovati del suo ingegno. Perciò de' propri studi scientifici si proponeva far tesoro nelle orali lezioni e nell' esercizio professionale senza divulgarli per mezzo della stampa. D' altronde devesi tener conto delle enormi difficoltà che, per la penuria delle comunicazioni e per le infelici condizioni politiche di quei tempi, incontravano allora, massime in Sicilia, i cultori delle matematiche pure e applicate. Non dobbiamo dimenticarci nemmeno che le leggi sopra l'istruzione superiore prescrivevano, nei concorsi, ai tempi del Maddem, esami estemporanei, anzichè opere stampate. Per tutte queste ragioni non dobbiamo maravigliarci se egli non dette alla luce

opere scientifiche, all' infuori di qualche ristrettissimo lavoro che non è uopo qui menzionare.

Lorenzo Maddem fu rapito all' insegnamento il dì 14 marzo 1891, stando per compire novant' anni di età. Fino a pochi anni prima della sua morte, conservò vigorose le facoltà mentali. Durante la sua lunga vita fu cortese con tutti e benefico verso i bisognosi. Discepoli, colleghi, amici e quanti lo conobbero, sono testimoni delle sue preclare virtù.

Legò al nostro ateneo la sua ricca biblioteca, e si rese, eziandio per quest'ultima sua volontà, benemerito del collegio dei professori e della gioventù studiosa.

INDICE DEL VOL. IV, SERIE IV.ª

G. Pennacchietti — *Sulle curve funicolari* — (Nota 2ª) . . . . Memoria I

G. Grassi e G. Rovelli — *Ricerche embriologiche sui cestodi* (con 4 tavole) » II

L. Bucca — *Contribuzione allo studio geologico dell' Abissinia* . . . » III

A. Riccò — *Sulla variazione in latitudine della sede dei principali fenomeni solari* . . . . . » IV

G. Pennacchietti — *Sul moto brachistocrono d' un sistema qualunque di punti materiali.* . . . . . » V

A. Bartoli ed E. Stracciati — *Formula empirica pel calore solare* . . » VI

Idem — *Il calore specifico dell' acqua* (con tre tavole) » VII

G.-A. Maggi — *Teorema di Stokes in coordinate generali* . . . . . » VIII

Fisichella — *Discorso commemorativo pel Prof. P.re Antonino Maugeri* » IX

Pennacchietti — *In commemorazione del Prof. Lorenzo Maddem* . . » X

3 2044 093 259 430